

(19)



(11)

**EP 2 905 093 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
12.08.2015 Patentblatt 2015/33

(51) Int Cl.:  
B22D 11/053 (2006.01) B22D 11/07 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 14154370.2

(22) Anmeldetag: 07.02.2014

(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 RS SE SI SK SM TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
BA ME

(72) Erfinder: **Dratva, Christian**  
8052 Zürich (CH)

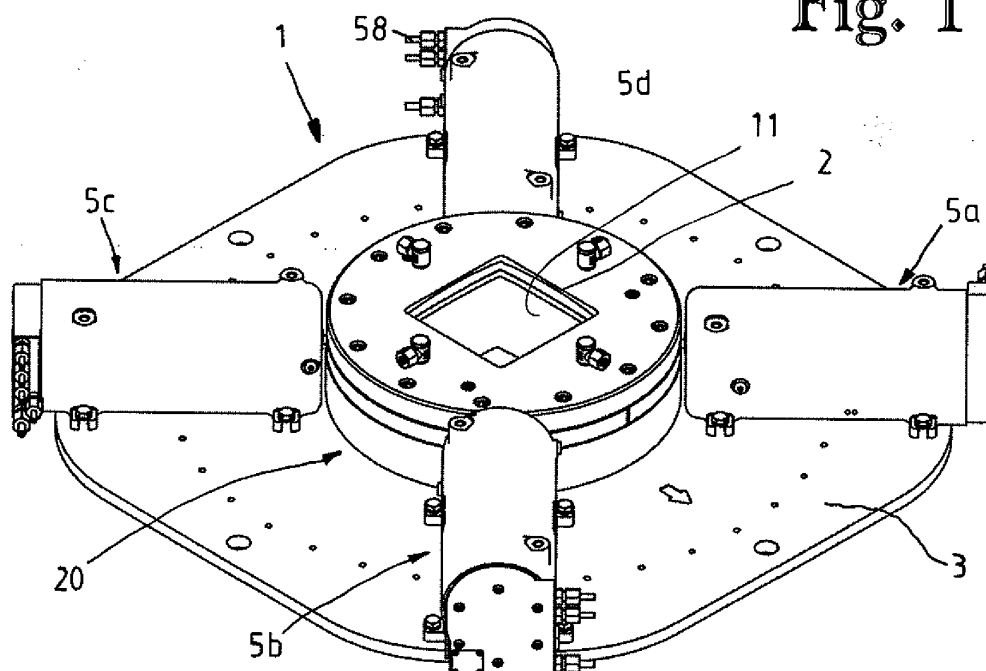
(74) Vertreter: **Luchs, Willi**  
**Luchs & Partner AG**  
Patentanwälte  
Schulhausstrasse 12  
8002 Zürich (CH)

(71) Anmelder: **SMS Concast AG**  
8027 Zürich (CH)

(54) **Kokillenanordnung zum Stranggiessen von metallischen Produkten**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kokille zum Stranggiessen von Stahl und ähnlichen Werkstoffen mit mehreren umfänglich verteilt angeordneten Aktuatoren (5a bis 5d), die quer zur Kokillenlängsachse (6) gerichtete Resonanzschwingungen erzeugen und phasenmässig so aufeinander abgestimmt sind, dass die Resonanzschwingungen wellenlinienförmig von oben nach unten an der Innenwand der Kokille entlangwandern. Die quergerichteten Schwingungen bewirken eine Minimierung der Reibung zwischen dem Strang und der Kokille, und

erzeugen zudem eine nach unten gerichtete Verschiebekraft an der Schalenwandung des Strangs. Dadurch wird der Transport des Stranges aktiviert und damit der Giessprozess erheblich unterstützt. Dieser Effekt wird auch dadurch verstärkt, dass der üblicherweise der Kokille (2) zur Schmierung der Innenwand zugeführte Ölfilm im oberen Kokillenbereich pyrolysiert und sich in Kohlenstoff C und wasserstoffreiches Gas H<sub>2</sub> aufspaltet, die beide reibungsmindernd zwischen dem Strang und der Kokillen-Innenwandung wirksam sind.

**Fig. 1****EP 2 905 093 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kokillenanordnung zum Stranggiessen von metallischen Produkten, mit einer Kokille und einer mit diesem verbundenen Einrichtung zur Erzeugung von Schwingungen.

**[0002]** Um in einer Kokille das Ausfördern eines sich darin bildenden Stranges zu unterstützen, ist es allgemein bekannt, diese mit einer Einrichtung zu versehen, die die Kokille mechanisch in oszillierende Auf- und Abbewegungen in ihrer Achsrichtung versetzt. Damit wird grundsätzlich erreicht, dass zum einen die sich in der Kokille verfestigende Metallschmelze nicht an der Innenwand der Kokille anklebt und zum andern die Gleitreibung dazwischen vermindert wird. Weiter begünstigt die Oszillationsbewegung die Schmierungsverhältnisse an der Kontaktfläche zur Kokille. Es entstehen aber als negativer Effekt mit jedem Oszillationshub sogenannte Oszillationsmarken auf der Kokillenaussenseite, welche eine Fehlerquelle der Oberfläche bilden können. Bei manchen Legierungen, wie zum Beispiel bei nichtrostenden Stählen, können diese Oszillationsmarken in der Regel so ausgeprägt bilden, dass die gesamte Strangoberfläche vor der Weitervereinbarung mechanisch abgetragen werden muss.

**[0003]** Bei der Oszillationsbewegung kann die Reibung zwischen der KokillenInnenwand und der Strangschalenoberfläche nicht durch die Oszillationsparameter reduziert werden, da in den Totpunkten immer eine Haftreibung entsteht, die auf die erstarrende Schale wirkt. Weiter erzeugt die Oszillation zwangsläufig eine pulsierende Zug- und Druckkraft auf die neu gebildete Strangschale. Dies limitiert primär die mögliche maximale Giessgeschwindigkeit aufgrund der Festigkeit der entstehenden Strangschale.

**[0004]** In der Druckschrift EP-A-0 178 967 ist eine Kokille der eingangs genannten Gattung geoffenbart, bei welcher mittels eines Aktuators im Kokillenrohr mechanische Schwingungen in Längsrichtung der Kokille generiert werden, mittels welchen diese oszillierende Auf- und Abbewegung desselben erzeugt werden soll. Es ist hierbei von Nachteil, dass der erzielte Oszillationseffekt durch die Huberzeugung des Aktuators beschränkt ist, und zudem muss der Aktuator in einem Verlängerungsstück auf der Oberseite des Kokillenrohres eingebaut sein, was aus verschiedenen Gründen insbesondere wegen der dort herrschenden Hitze und dem Platzmangel ungünstig ist. Zudem reichen diese kurzen erzeugten Bewegungen nicht aus, um das Schmiermittel in dem Spalt zwischen dem Strang und der Kokillenwand zu fördern.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diese Nachteile zu vermeiden und eine Kokille der eingangs genannten Art zu schaffen, die sich dadurch auszeichnet, dass sie wirkungsvoll die Ausfördern des Stranges mit möglichst einfachen Mitteln unterstützt bzw. die Qualität der Strangoberfläche verbessert.

**[0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass der Kokille vorzugsweise mehrere um-

fänglich verteilt angeordnete Einrichtungen zur Erzeugung von vorzugsweise Resonanzschwingungen zugeordnet sind, derart, dass während dem Giessen an der annähernd gesamten Innenwand der Kokille Schwingungen erzeugt werden.

**[0007]** Durch die gerichteten wellenförmigen Schwingungen wird die Reibung zwischen der Kokille und der sich bildenden Strangschale minimiert. Die wellenförmig wandernden Schwingungen bewirken gleichzeitig eine nach unten wirkende Verschiebekraft auf die Schalenwandung, die das Ausfördern des sich bildenden Stranges durch Reibminderung unterstützt. Zudem wird damit ein effizientes Schmieren ermöglicht, auf welches gegebenenfalls sogar verzichtet werden kann.

**[0008]** Zu diesem Zweck sind Aktuatoren vorzugsweise im oberen Bereich der Kokille auf der Aussenseite der Kokille angebracht, welche Schwingungen mit einem vorgegebenen Amplituden- und Frequenzbereich erzeugen.

**[0009]** Die erfindungsgemässe Kokille kann auch zusätzlich mit einer herkömmlichen Einrichtung zur Erzeugung mechanischer Oszillationen der Kokille in Längsrichtung der Kokille versehen sein.

**[0010]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1 eine perspektivische Draufsicht auf eine erfindungsgemässe Kokillenanordnung;
- Fig. 2 einen teilweisen Querschnitt einer Kokillenanordnung mit der Kokille und einer Einrichtung für die Schwingungserzeugung;
- Fig. 3 einen schematischen Teilschnitt der Kokille mit Veranschaulichung der Schwingungsverlaufes;
- Fig. 4 und Fig. 5 jeweils eine perspektivische Ansicht der Kokille in einem in Schwingung versetzten Zustand.

**[0011]** Eine Kokillenanordnung 1 gemäss Fig. 1 mit einer Kokille 2 mit einem rechteckigen, quadratischen, polygonalen oder runden Querschnittsprofil dient zum Stranggiessen von metallischen Produkten, wie zum Beispiel von Lang- oder Flachprodukten, insbesondere von Stahlerzeugnissen. Sie weist eine entsprechend ausgebildete Kokille 2, einen diese umgebenden Kühlkasten 20 für die Wasserkühlung und einen vorzugsweise scheibenförmigen Kopfteil 3 auf.

**[0012]** Der Kokillenanordnung 1 sind erfindungsgemäss mehrere umfänglich verteilt angeordnete Einrichtungen 5a bis 5d zur Erzeugung von Schwingungen zugeordnet, derart, dass während dem Giessen an der annähernd gesamten Innenwand 11 der Kokille 2 insbesondere vom Ein- zum Auslauf der Kokille sich fortbewegende wellenförmige Schwingungen erzeugt werden.

**[0013]** Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind vier solcher Einrichtungen 5a bis 5d im oberen Bereich der Kokille 2 angeordnet. Diese Einrichtungen 5a bis 5d sind

jeweils vorteilhaft mit piezoelektrischen Aktuatoren ausgestattet, die in der Kokille 2 quer zur Längsrichtung der Kokille 2 gerichtete Schwingungen erzeugen. Die Einrichtungen 5a bis 5d mit den Aktuatoren sind umfänglich verteilt bei den oberen Ecken der Kokille auf der Aussenseite der Kokille 2 angebracht. Mit dieser Anordnung der Aktuatoren in den Ecken einer Kokille entsteht der Vorteil, dass eine Übertragung der Schwingungen in den Eckbereichen der Kokille gewährleistet ist.

**[0014]** Gemäss Fig. 2 ist die Kokille 2 mit Vorteil nur auf ihrer Oberseite abgestützt bzw. gehalten, während sie gegen unten lose ist, womit sich die Schwingungen in derselben gleichmässig nach unten fortbewegen können. Zu diesem Zwecke ist die Kokille 2 von dem diese umgebenden Kühlkasten 20 vorzugsweise von einem in eine vorzugsweise äussere Ringnut am oberen Ende der Kokille 2 eingreifenden Haltering 22 des Kühlkastens 20 gehalten.

**[0015]** Die jeweilige auf dem Kopfteil 3 befestigte Einrichtung 5a umfasst ein zylindrisches Gehäuse 51, einen in diesem gelagerten vorzugsweise piezoelektrischen Aktuator 52 mit einem vorstehenden Stössel 55, ein mit dem Aktuator 52 verbundenes Gegengewicht 53, ein stirnseitig am Gehäuse befestigbarer Deckel 54 und einen Kabelanschluss 56 für den Aktuator.

**[0016]** Der Aktuator 52 ist einerseits mit dem Stössel 55 und dem mit der Aussenseite der Kokille 2 in Berührung stehenden Verbindungsbolzen 55' gekoppelt, wobei dieser Verbindungsbolzen 55' axial verschiebbar im Kühlkasten 20 gelagert ist. Andererseits ist das an sich freistehende Gegengewicht 53 via eine Distanzschraube 57 am Aktuator 52 befestigt, um thermische Ausdehnungen aufzunehmen.

**[0017]** Die Ankopplung des federnd gelagerten Aktuators 52 an das ebenfalls federnd gelagerte Gegengewicht 53 bewirkt, dass der Aktuator 52 bei Aktivierung vorzugsweise eine an- bzw. abschwellende Belastung auf Druck auf die Kokille 2 ausübt, wobei er auf sie bei jedem Stossimpuls die volle Impulskraft weitgehend überträgt, weil das Gegengewicht 53 mit seiner Massenträgheit die entstehende Reaktionskraft nahezu unbeweglich absorbiert. Durch Beaufschlagung vorzugsweise einer Druckfeder auf das Gegengewicht 53 wird ein annähernd konstanter Anpressdruck des Aktuators 52 bzw. des Stössels 55 mit dem Verbindungsbolzen 55' an die Kokillenaussenseite bewirkt.

**[0018]** Der Aktuator 52 ist im Innern durch Leitungsanschlüsse 58 (siehe Fig. 1) luft- oder wassergekühlt und kann Erregerschwingungen von bis zu ca. 10000 Hz generieren.

**[0019]** Im Prinzip könnte der Stössel 55 mit dem Verbindungsbolzen 55' und der Kokille 2 mechanisch spielfrei gekoppelt sein, so dass sich jeweils nicht nur ein Druckstoss auf die Kokille 2, sondern beim Zurückbewegen des Stössels 55 mit dem Verbindungsbolzen 55' auch eine Zugbewegung radial nach aussen auf sie wirken würde.

**[0020]** Gemäss Fig. 3 sind die von den Aktuatoren 52

erzeugten Schwingungen dabei phasenmässig so aufeinander abgestimmt, dass die Schwingungen wellenförmig von oben nach unten entlang wandern. Dadurch entsteht in den Seitenwänden der Kokille ein über die gesamte Fläche gleichmässig wirkendes Schwingungsfeld 12. Die vorhandene Reibung zwischen der Innenwand der Kokille 2 und dem daran sich bewegenden Strang wird erfindungsgemäss durch die Schwingungen herabgesetzt, weil sie zur Kontaktfläche 11 zwischen der Kokille 2 und der Strangschale 10 wirksam sind.

**[0021]** Die wellenlinienförmige Fortpflanzung der Schwingungen in Richtung der Abzugsbewegung des Strangs erzeugt ihrerseits eine Verschiebekraft 14 auf die Schalenwandung des Strangs, die das Ausfördern des Stranges während des Giessprozesses unterstützt. Dieser Effekt ist besonders stark, wenn der Kokille 2 ein die Innenwandung 11 schmierender Ölfilm 15 oder Schlacke zugeführt wird. Aufgrund der im Meniskus des entstehenden Strangs im oberen Kokillenbereich erfolgenden pyrolytischen Aufspaltung des Ölfilms primär in Kohlenstoff C und wasserstoffreiches Gas H<sub>2</sub> strömen letztere durch die Fuge zwischen der Innenwand der Kokille und der Strangschale in Richtung des Pfeils 13 von oben nach unten hindurch, was durch die Schwingungen unterstützt wird.

**[0022]** Als weiterer Vorteil im Rahmen der Erfindung werden durch diesen wellenförmigen Verlauf an der Innenwand Taschen 12 gebildet, wie dies in Fig. 3 verdeutlicht ist. In diesen Taschen 12 ist dann das Gas aufgenommen, welches einen Schutzfilm bildet und nach unten mitgenommen wird. Dadurch wird das Anhaften des sich verfestigenden Stahles verunmöglicht. Wird kein Schmierstoff verwendet, so dient die Luft in der Tasche als Schutzfilm.

**[0023]** Der Kohlenstoff C hat bekanntlich eine Schmierwirkung, die auch die Reibung zwischen der Strangschale und der Kokille herabsetzt. Das wasserstoffreiche Gas H<sub>2</sub> wirkt, wie oben erwähnt, seinerseits wie ein Luftkissen und trägt damit ebenfalls dazu bei, die Reibung zwischen Kokille und Strang zu minimieren. Ferner symbolisiert der Pfeil 16 die dort stattfindende Pyrolyse.

**[0024]** Die erfindungsgemässe Anordnung der Einrichtungen 5a bis 5d im oberen Bereich der Kokille ist optimal für eine gleichmässige Verteilung der Resonanzschwingungen bzw. Vibrationen auf alle vier Seitenwände der Kokille. Alternativ dazu können die Aktuatoren im oberen Kokillenteil seitlich und vorzugsweise mittig an den vier Seitenwänden der Kokille angebracht sein.

**[0025]** Vorteilhaft entspricht die Frequenz der erzeugten Schwingungen den durch die Eigenform sich ergebenden Resonanzschwingungen der Kokille 2. Damit kann die notwendige Schwingungserzeugung mit geringem Energieaufwand erfolgen. Mit diesen Resonanzschwingungen ergeben sich primär Ganzkörperschwingungen der Kokille 2, welche insbesondere an der Innenwand 11 derselben diesen wellenförmigen Verlauf erzeugen. Die Einrichtungen 5a bis 5d können vorteilhaft

in dem die Kokille 2 umgebenden mit einer Wasserzirkulation versorgten Raum angeordnet sein, damit diese ebenfalls ausreichend umspült und damit gekühlt sind. Dieser Raum ist durch die Kokille und einen dieses umgebenden nicht gezeigten Kokillenmantel gebildet.

**[0026]** Für den praktischen Betrieb ist es vorteilhaft, wenn die Aktuatoren 5a bis 5d eine Leistung  $P > 100 \text{ W}$ , eine Wellenamplitude  $A$  10 bis  $200 \mu\text{m}$  und eine Erreger-Frequenz  $F > 200 \text{ Hz}$  bis  $16 \text{ kHz}$ , d.h. unterhalb des Ultraschallbereichs, aufweisen. Diese Grössen werden von Fall zu Fall der Grösse und Steifigkeit der Kokille angepasst. Unter besonderen Bedingungen kann auch eine Erreger-Frequenz  $F = 1.50 \text{ kHz}$  optimal sein.

**[0027]** Es ist auch im Rahmen der Erfindung ohne weiteres möglich, je nach Ausgestaltung der Kokille, diese mit einer anderen Anzahl Aktuatoren auszustatten, deren Anordnung so gewählt ist, dass die von ihnen erzeugten Resonanzschwingungen die erfindungsgemässe Wirkungsweise aufweisen.

**[0028]** Die Erfindung sieht ferner vor, dass die Leistung und/oder die Erreger-Frequenz und/oder die Schwingungsamplitude der einzelnen Aktuatoren der Grösse und Steifigkeit der Kokille angepasst sind.

**[0029]** Zwischen der Kokillenaussenseite und dem Aktuator könnte auch eine Formschlussverbindung vorgesehen sein, wobei dann eine Druck- und Zugbelastung auf die Kokillenaussenseite bewirkt würde.

**[0030]** Fig. 4 und Fig. 5 zeigen jeweils die Kokille 2, welche durch diese nicht dargestellten Einrichtungen 5a bis 5d in die vorgegebenen Schwingungen versetzt ist. Diese sich entlang der Längsausdehnung der Kokille nach unten bewegenden Schwingungen sind zur besseren Erkennung überproportional veranschaulicht sind.

**[0031]** Gemäss Fig. 4 als Momentaufnahme ist durch dieses erzeugte Schwingungsfeld im oberen Teil der Kokille 2 eine Ausbauchung 23 gebildet, bei der eine Querschnittsvergrösserung sowohl in den Flächen- 23' als auch in den Eckbereichen 23" vorliegt, Demgegenüber ist im unteren Teil der Kokille 2 eine Verengung 24 gebildet, bei der eine Querschnittsverengung in den Flächen- 24' als auch in den Eckbereichen 24" vorliegt. Ebenso liegt beim Einlauf der Kokille eine Verengung vor, die sich nach unten fortbewegt. Im effektiven Betrieb sind jedoch aufgrund der Frequenzen und der Wellenamplituden eine Vielzahl von Ausbauchungen 23 bzw. Verengungen 24 über die Kokillenhöhe angestrebt, wobei von Bedeutung ist, dass sich an den Innenwänden 11 der Kokille 2 diese Ausbauchungen 23 bzw. Verengungen bilden.

**[0032]** Aus Fig. 5 ist ersichtlich, dass sich diese Ausbauchung 23 mit der Querschnittsvergrösserung der Kokille 2 und genauso diese Verengung 24 nach unten hin bewegt hat.

**[0033]** Es ist im Rahmen der Erfindung bedeutsam, dass nicht nur in den Flächenbereichen 23', 24', sondern auch in den Eckbereichen 23", 24" insbesondere auf der Innenseite 11' der Kokille 2 diese Querschnittserweiterung bzw. -verengung erfolgt, damit in den Eckbereichen

diese Schwingungen eine Verschiebekraft auf die Schalen in den Ecken und ein ausreichendes Schmieren bewirken.

**[0034]** Fig. 4 und Fig. 5 verdeutlichen auch, dass mit diesen sich abwechselnden Ausbauchungen 23 bzw. Verengungen 24 aufgrund dieser Wellenform eine Art Schluckbewegung entsteht, da mit den nach unten wandernden Ausbauchungen 23 jeweils eine Erhöhung des Volumens im Hohlraum der Kokille 2 über eine begrenzte Höhe erfolgt. Damit wird der flüssige Stahl wie durch ein Schlucken nach unten bewegt.

**[0035]** Die Erfindung ist mit dem obigen Ausführungsbeispiel ausreichend dargetan. Sie könnte aber noch durch andere Varianten beispielsweise nur durch eine an der Kokille angebrachte Einrichtung realisiert sein.

**[0036]** Anstelle von Aktuatoren könnten auch andere Schwingungserreger verwendet werden.

**[0037]** Die Einrichtungen könnten über die Höhe der Kokille verteilt angeordnet sein, um an der Innenwand der Kokille zumindest vom oberen zum unteren Bereich unterschiedliche Wellenformen hinsichtlich Wellengeschwindigkeit und/oder Wellenamplitude zu erzielen.

**[0038]** Die von diesen Einrichtungen erzeugten Schwingungen könnten auch so zueinander getaktet sein, dass sich diese Schwingungen schräg, zum Beispiel schraubenförmig, vom Ein- zum Auslauf der Kokille an der Innenwand der Kokille ununterbrochen und/oder unterbrochen fortbewegen. Dies würde sich besonders für Kokillen mit Rundformat eignen. Dies liesse sich erzielen, indem diese um die Kokille herum angeordneten Schwingungserreger kurzzeitig nacheinander ab- und wieder eingeschaltet würden.

**[0039]** Die erfindungsgemässe Kokille kann als Kokillenrohr oder auch aus Platten zusammengesetzt sein.

**[0040]** Es könnten auch zusätzliche passive Aktuatoren auf der Aussenseite der Kokille angeordnet sein. Diese würden dann mit Schwingungen versehen, die eine gezielte Dämpfung der eigentlichen Schwingungen bewirken würden, um so die Kokille zu stabilisieren und gegebenenfalls die wellenförmigen Schwingungsbewegungen zu beeinflussen.

**[0041]** Die Einrichtungen können anstatt solcher piezoelektrischer Aktuatoren auch mit hydraulisch bzw. pneumatisch wirkenden Schwingungserzeugern, insbesondere Massenerreger, ausgestattet sein, beispielsweise auch mit mechanisch wirkenden Schlaghammern, die elektromagnetisch oder ähnlichem betätigbar sind. Mit diesen Schlaghammern würde nur ein Schlag in der einen Richtung ausgelöst.

**[0042]** Es könnte auch eine zusätzliche Einrichtung vorgesehen sein, mittels welcher die Kokille mechanisch in Längsrichtung oszillierend hin- und herbewegt wird, wie dies an sich bekannt ist.

## Patentansprüche

1. Kokillenanordnung zum Stranggiessen von metalli-

- schen Produkten, mit einer Kokille (2) und einer mit dieser verbundenen Einrichtung zur Erzeugung von Schwingungen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kokille (2) vorzugsweise mehrere umfänglich verteilt angeordnete Einrichtungen (5a bis 5d) zur Erzeugung von Schwingungen, vorzugsweise Resonanzschwingungen, zugeordnet sind, derart, dass während dem Giessen an der annähernd gesamten Innenwand (11) der Kokille (2) Schwingungen erzeugt werden.
2. Kokillenanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** vom Ein- zum Auslauf der Kokille sich fortbewegende wellenförmige Schwingungen, vorzugsweise Resonanzschwingungen erzeugt werden.
  3. Kokillenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wellengeschwindigkeit der Schwingungen, die Leistung, die Wellenamplitude und/oder die Erregerfrequenz der einzelnen Einrichtungen (5a bis 5d) der Grösse und Steifigkeit der Kokille (2) angepasst sind.
  4. Kokillenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Einrichtungen (5a bis 5d) zur Erzeugung von Schwingungen im oberen Bereich auf der Aussen- seite der Kokille (2) angebracht und damit die erzeugten Schwingungen quer zur Kokillenlängsachse (6) gerichtet sind, die phasenmässig so aufeinander abgestimmt sind, dass die sinusförmigen Schwingungen in einer transversalen Komponente wellenförmig nach unten wandern.
  5. Kokillenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von diesen Einrichtungen (5a bis 5d) erzeugten Schwingungen so zueinander getaktet sind, dass sich diese Schwingungen schräg, zum Beispiel schraubenförmig, vom Ein- zum Auslauf der Kokille an der Innenwand (11) der Kokille (2) ununterbrochen fortbewegen.
  6. Kokillenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtungen (5a bis 5d) über die Höhe der Kokille verteilt angeordnet sind, um an der Innenwand (11) der Kokille (2) zumindest vom oberen zum unteren Bereich unterschiedliche Wellenformen hinsichtlich Wellengeschwindigkeit und/oder Wellenamplitude zu erzielen.
  7. Kokillenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kokille (2) eine Zuführeinrichtung von Öl bzw. Schlacke zugeordnet ist, mittels welcher ein reibungsmindernder Ölfilm (15) an der Innenwand (11) der Kokille einleitbar ist, die von den Aktuatoren (5a bis 5d) erzeugten Schwingungen im oberen Bereich der Kokille eine den Ölfilm (15) insbesondere Kohlenstoff C und wasserstoffreiches Gas H<sub>2</sub>, welche durch eine aufspaltende Pyrolyse vorliegen, an der Innenwand nach unten bewegt werden.
  8. Kokillenanordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch diesen wellenförmigen Verlauf an der Innenwand Taschen (12) gebildet sind, in welchen das Gas aufgenommen ist, welches einen Schutzfilm bildet und nach unten mitgenommen wird.
  9. Kokillenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtungen (5a bis 5d) jeweils mindestens einen Aktuator (5a bis 5d) für die Erzeugung der Schwingungen aufweisen.
  10. Kokillenanordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aktuatoren (5a bis 5d) jeweils eine Leistung von  $P > 100 \text{ W}$ , eine Wellenamplitude von  $A \sim 50 \mu\text{m}$  und/oder eine Erreger-Frequenz von  $F > 16 \text{ kHz}$  aufweisen.
  11. Kokillenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtungen (5a bis 5d) mit piezoelektrischer Aktuatoren, mit hydraulisch bzw. pneumatisch wirkenden Schwingungserzeugern und/oder mit mechanisch wirkenden Schlaghammern, die elektromagnetisch oder ähnlichem betätigbar sind, ausgestattet sind.
  12. Kokillenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtungen (5a bis 5d) in dem die Kokille (2) umgebenden wassergekühlten Raum angeordnet sind, damit diese ebenfalls ausreichend gekühlt sind.
  13. Kokillenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zusätzliche Einrichtung vorgesehen ist, mittels welcher die Kokille (2) mechanisch in Längsrichtung (6) oszillierend hin- und herbewegt wird.
  14. Kokillenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kokille (2) nur auf ihrer Oberseite abgestützt bzw. gehalten ist, während sie gegen unten lose angeordnet ist.

15. Kokillenordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtungen (5a bis 5d) mit den Aktuatoren umfanglich verteilt bei den oberen Ecken der Kokille auf der Aussenseite der Kokille (2) angebracht sind. 5
16. Kokillenordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das erzeugte Schwingungsfeld abwechselungsweise Ausbauchungen (23) bzw. Verengungen (24) zumindest innenseitig bei der Kokille (2) gebildet sind, bei der jeweils eine Querschnittsvergrößerung bei den Flächen- (23') als auch in den Eckbereichen (23'') bzw. eine Querschnittsverengung bei den Flächen-(24') als auch in den Eckbereichen (24'') gebildet sind. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

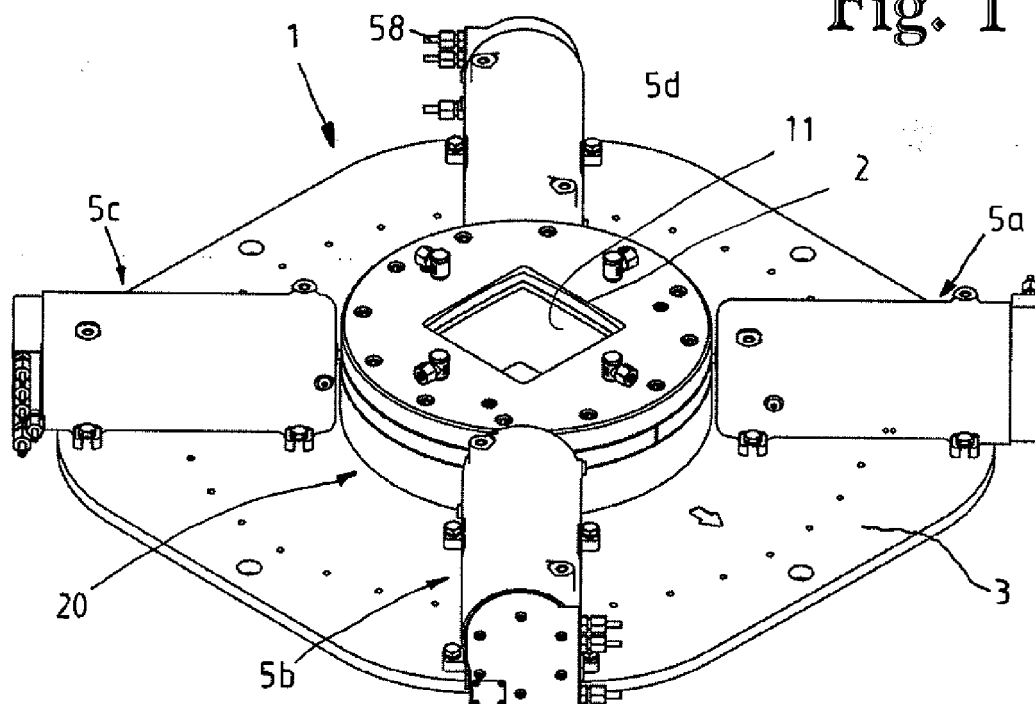


Fig. 2

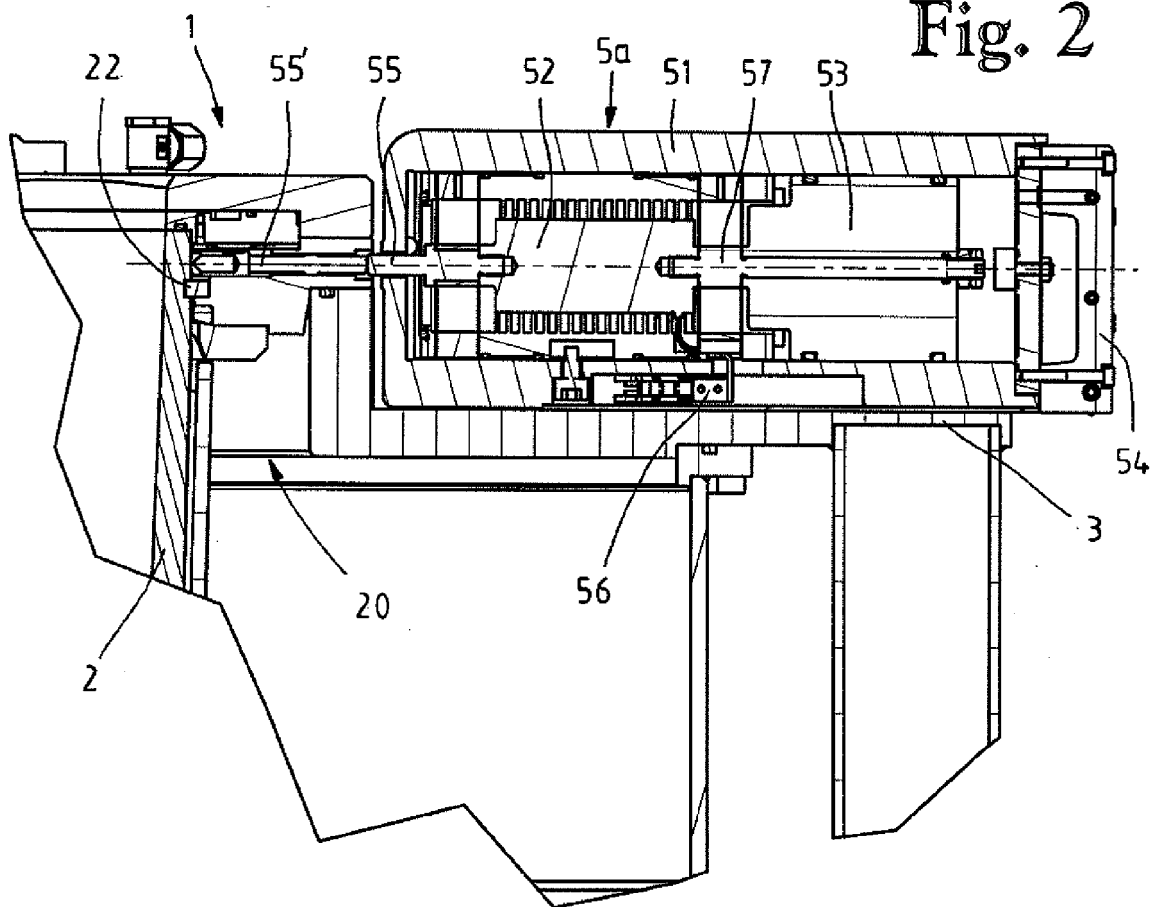


Fig. 3

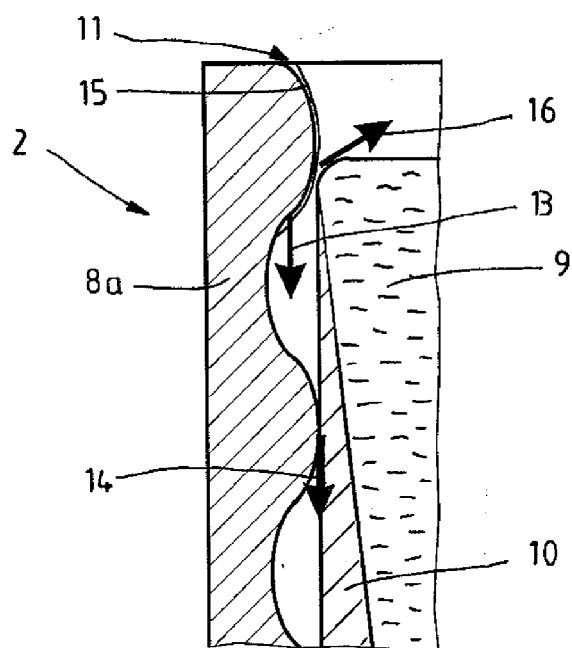


Fig. 4

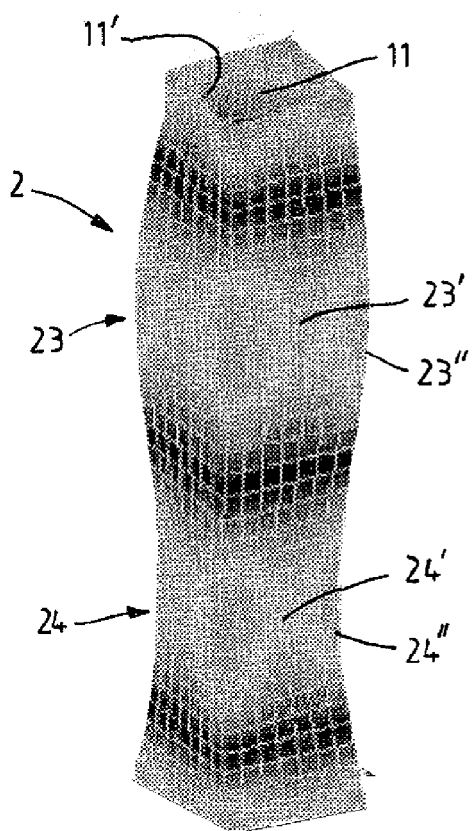
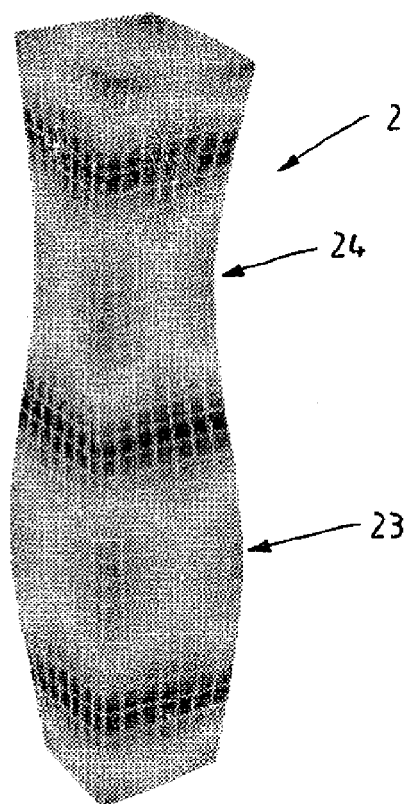


Fig. 5







## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 14 15 4370

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                    | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                   | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X                                                                                                                                                                                                                                            | JP S57 62842 A (NIPPON KOKAN KK)<br>16. April 1982 (1982-04-16)                                                       | 1-6,<br>9-12,<br>14-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | INV.<br>B22D11/053<br>B22D11/07    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                            | * Zusammenfassung; Beispiele *                                                                                        | 7,8,13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                            | WO 2004/028723 A1 (SMS DEMAG AG [DE]; FEST THOMAS [DE]; BROTZKI HERBERT [DE]; BECKER MART) 8. April 2004 (2004-04-08) | 1-6,<br>8-12,<br>14-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                            | * Seite 4, Zeilen 26-32; Abbildung 2 *                                                                                | 7,8,13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                              | * Seite 5, Zeilen 27-30 *                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                            | EP 0 144 795 A2 (KRUPP GMBH [DE])<br>19. Juni 1985 (1985-06-19)                                                       | 1-3,5,<br>9-11,16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                              | * Zusammenfassung; Ansprüche *                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                            | DE 14 33 027 A1 (CENTRE NAT RECH METALL)<br>10. Oktober 1968 (1968-10-10)                                             | 1-5,9,11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                              | * Ansprüche; Abbildungen *                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                            | US 3 447 480 A (BODINE ALBERT G JR)<br>3. Juni 1969 (1969-06-03)                                                      | 1-5,9,11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                              | * das ganze Dokument *                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
| X                                                                                                                                                                                                                                            | GB 2 334 691 A (KVAERNER METALS CONT CASTING [GB])<br>1. September 1999 (1999-09-01)                                  | 1,4,11,<br>16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | B22D                               |
|                                                                                                                                                                                                                                              | * das ganze Dokument *                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                            | US 4 593 743 A (MCVAY JAMES D [US] ET AL)<br>10. Juni 1986 (1986-06-10)                                               | 1,11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                              | * das ganze Dokument *                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                            | DE 101 55 117 A1 (SMS DEMAG AG [DE])<br>22. Mai 2003 (2003-05-22)                                                     | 1,11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                              | * Zusammenfassung; Ansprüche *                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                              | -/--                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                    |                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| Recherchenort<br>Den Haag                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                       | Abschlußdatum der Recherche<br>26. August 2014                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                       | Prüfer<br>Hodiamont, Susanna                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                    |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                       | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 14 15 4370

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                        | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)  |
| X,D                                                                                                                                                                                                                                                                               | EP 0 178 967 A1 (SIDERURGIE FSE INST RECH [FR]) 23. April 1986 (1986-04-23)<br>* Zusammenfassung *                                                         | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                     |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 0 305 930 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]) 8. März 1989 (1989-03-08)<br>* Seite 13, Zeilen 3-4; Ansprüche *                                                  | 1,11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 31 00 137 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]) 9. September 1982 (1982-09-09)<br>* Zusammenfassung *                                                             | 1,11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 2 292 351 A1 (NIPPON LIGHT METAL CO [JP]) 9. März 2011 (2011-03-09)<br>* Zusammenfassung *                                                              | 7,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 31 13 611 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]) 1. April 1982 (1982-04-01)<br>* Abbildungen *                                                                     | 7,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WO 2006/003084 A2 (WURTH PAUL SA [LU]; LONARDI EMILE [LU]; HOUBART MICHEL [BE]; ASSA CHAR) 12. Januar 2006 (2006-01-12)<br>* Zusammenfassung; Anspruch 1 * | 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)     |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                     |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                            | Abschlußdatum der Recherche<br><b>26. August 2014</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Prüfer<br><b>Hodiamont, Susanna</b> |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                            | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                     |

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 15 4370

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

26-08-2014

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| JP S5762842 A                                       | 16-04-1982                    | JP S5762842 A                     | 16-04-1982                    |
|                                                     |                               | JP S6143142 B2                    | 26-09-1986                    |
| WO 2004028723 A1                                    | 08-04-2004                    | AU 2003266344 A1                  | 19-04-2004                    |
|                                                     |                               | CA 2499270 A1                     | 08-04-2004                    |
|                                                     |                               | CN 1681612 A                      | 12-10-2005                    |
|                                                     |                               | DE 10244596 A1                    | 01-04-2004                    |
|                                                     |                               | EP 1539403 A1                     | 15-06-2005                    |
|                                                     |                               | JP 4272158 B2                     | 03-06-2009                    |
|                                                     |                               | JP 2005538852 A                   | 22-12-2005                    |
|                                                     |                               | KR 20050057510 A                  | 16-06-2005                    |
|                                                     |                               | TW 1279267 B                      | 21-04-2007                    |
|                                                     |                               | US 2006048915 A1                  | 09-03-2006                    |
|                                                     |                               | WO 2004028723 A1                  | 08-04-2004                    |
| EP 0144795 A2                                       | 19-06-1985                    | AU 565781 B2                      | 24-09-1987                    |
|                                                     |                               | AU 3592884 A                      | 06-06-1985                    |
|                                                     |                               | CA 1254714 A1                     | 30-05-1989                    |
|                                                     |                               | DE 3343479 C1                     | 23-08-1984                    |
|                                                     |                               | EP 0144795 A2                     | 19-06-1985                    |
|                                                     |                               | ES 8600095 A1                     | 01-01-1986                    |
|                                                     |                               | JP H0558825 B2                    | 27-08-1993                    |
|                                                     |                               | JP S60133962 A                    | 17-07-1985                    |
|                                                     |                               | US 4602671 A                      | 29-07-1986                    |
| DE 1433027 A1                                       | 10-10-1968                    | BE 589430 A1                      | 05-10-1960                    |
|                                                     |                               | DE 1433027 A1                     | 10-10-1968                    |
|                                                     |                               | LU 39829 A1                       | 24-04-1961                    |
| US 3447480 A                                        | 03-06-1969                    | KEINE                             |                               |
| GB 2334691 A                                        | 01-09-1999                    | KEINE                             |                               |
| US 4593743 A                                        | 10-06-1986                    | KEINE                             |                               |
| DE 10155117 A1                                      | 22-05-2003                    | KEINE                             |                               |
| EP 0178967 A1                                       | 23-04-1986                    | CA 1246318 A1                     | 13-12-1988                    |
|                                                     |                               | DE 3561132 D1                     | 21-01-1988                    |
|                                                     |                               | EP 0178967 A1                     | 23-04-1986                    |
|                                                     |                               | FR 2570626 A1                     | 28-03-1986                    |
|                                                     |                               | JP H0371937 B2                    | 15-11-1991                    |
|                                                     |                               | JP S6182951 A                     | 26-04-1986                    |
|                                                     |                               | US 4662427 A                      | 05-05-1987                    |
| EP 0305930 A1                                       | 08-03-1989                    | AU 603251 B2                      | 08-11-1990                    |

EPO FORM P0461

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

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 15 4370

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.

26-08-2014

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|                                                    |                               | AU 2162388 A                      | 02-03-1989                    |
|                                                    |                               | CA 1316325 C                      | 20-04-1993                    |
|                                                    |                               | DE 3873451 D1                     | 10-09-1992                    |
|                                                    |                               | DE 3873451 T2                     | 25-03-1993                    |
|                                                    |                               | EP 0305930 A1                     | 08-03-1989                    |
|                                                    |                               | ES 2034073 T3                     | 01-04-1993                    |
|                                                    |                               | US 4867226 A                      | 19-09-1989                    |
| DE 3100137                                         | A1 09-09-1982                 | KEINE                             |                               |
| EP 2292351                                         | A1 09-03-2011                 | CN 102076443 A                    | 25-05-2011                    |
|                                                    |                               | EP 2292351 A1                     | 09-03-2011                    |
|                                                    |                               | JP 5206791 B2                     | 12-06-2013                    |
|                                                    |                               | US 2011100582 A1                  | 05-05-2011                    |
|                                                    |                               | WO 2010001459 A1                  | 07-01-2010                    |
| DE 3113611                                         | A1 01-04-1982                 | BR 8102051 A                      | 06-10-1981                    |
|                                                    |                               | CA 1185068 A1                     | 09-04-1985                    |
|                                                    |                               | DE 3113611 A1                     | 01-04-1982                    |
|                                                    |                               | ES 8205600 A1                     | 01-11-1982                    |
|                                                    |                               | FR 2479718 A1                     | 09-10-1981                    |
|                                                    |                               | IT 1139067 B                      | 17-09-1986                    |
|                                                    |                               | SE 452122 B                       | 16-11-1987                    |
|                                                    |                               | US 4438803 A                      | 27-03-1984                    |
| WO 2006003084                                      | A2 12-01-2006                 | BR PI0511939 A                    | 22-01-2008                    |
|                                                    |                               | CA 2569785 A1                     | 12-01-2006                    |
|                                                    |                               | EP 1758699 A2                     | 07-03-2007                    |
|                                                    |                               | LU 91086 A1                       | 27-12-2005                    |
|                                                    |                               | RU 2376104 C2                     | 20-12-2009                    |
|                                                    |                               | UA 85726 C2                       | 25-02-2009                    |
|                                                    |                               | US 2007246186 A1                  | 25-10-2007                    |
|                                                    |                               | WO 2006003084 A2                  | 12-01-2006                    |

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 0178967 A [0004]