

(19)



(11)

EP 3 320 999 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.05.2018 Patentblatt 2018/20

(51) Int Cl.:
B22D 18/04 (2006.01) B22D 30/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16198875.3**

(22) Anmeldetag: **15.11.2016**

(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
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
 • **Stratmann, Christoph**
40822 Mettmann (DE)
 • **Güll, Andreas**
47167 Duisburg (DE)

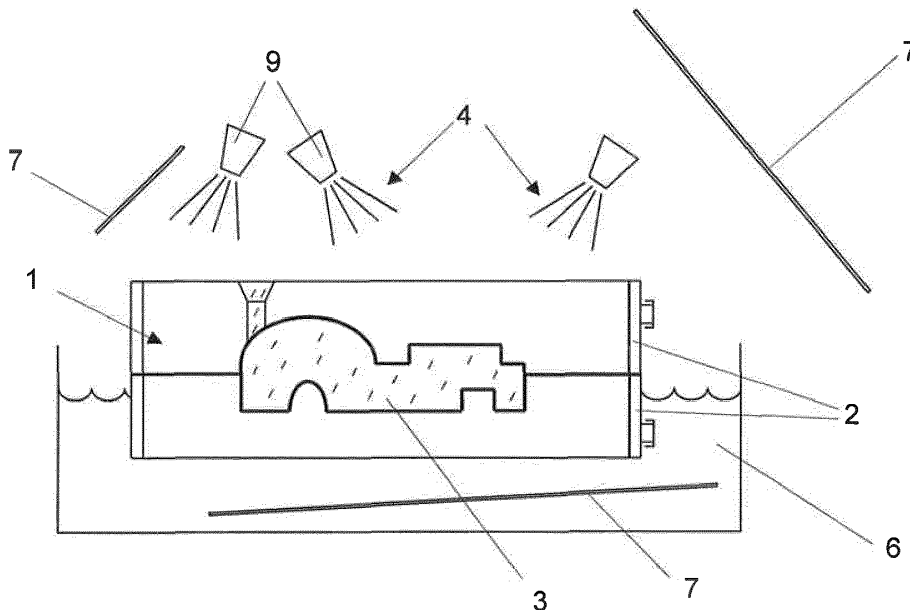
(74) Vertreter: **Fenner, Seraina et al**
Georg Fischer AG
Amsler-Laffon-Strasse 9
8201 Schaffhausen (CH)

(71) Anmelder: **Georg Fischer GmbH**
40822 Mettmann (DE)

(54) **FERTIGUNGSVERFAHREN MIT EINER VAKUUM-SANDGUSSFORM**

(57) Die Erfindung betrifft ein Fertigungsverfahren zur Herstellung von Gusssteinen aus Metall mit einer Sandgussform (1). Die Sandgussform (1) wird hierbei in einem Formkasten (2) mit einem Unterdruck-Formverfahren hergestellt. Erfindungsgemäss wird die sich unter Unterdruck befindliche Sandgussform (1) im Formkasten (2) zunächst mit flüssigem Metall (5) gefüllt. Der Formkasten (2) wird anschliessend mit der sich darin unter

Unterdruck befindlichen Sandgussform (1) ganz oder teilweise mit einer Kühlflüssigkeit (4) beaufschlagt und nach, gleichzeitig oder vor der Kühlflüssigkeit-Beaufschlagung an Stellen mit Kühlflüssigkeitsbeaufschlagung geöffnet. Hierdurch wird Kühlflüssigkeit (4) in die sich unter Unterdruck befindliche Sandgussform (1) aufgesogen, wodurch das erstarrende Gussteil (3) sehr schnell abschreckt wird.



Figur 3.2

EP 3 320 999 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Gusssteilen aus Metall mit einer Sandgussform gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere die Gussteilherstellung mit Sandgussformen, welche mit einem Unterdruck-Formverfahren hergestellt werden. Giessverfahren zur Herstellung von Gussteilen aus Metall, z.B. aus Eisen-, Aluminium- oder Magnesiumlegierungen sind allgemein bekannt. Typische Giessverfahren, welche Sandgussformen benötigen sind das Schwerkraftgiessen oder das Niederdruck-Giessen.

[0003] Beim Niederdruck-Giessen wird ein Formkasten mit einer unter Vakuum bzw. Unterdruck stehenden Sandgussform über eine Druckvergiessereinrichtung positioniert. Der Formkasten mit der unter Vakuum/Unterdruck stehenden Sandgussform wird dann über die Eingussöffnung des Formkastens am Ofenauslauf der Druckvergiessereinrichtung angedockt und mit dieser kraftschlüssig verbunden. Durch einen geregelten Druckaufbau im Ofeninneren, steigt flüssiges Metall über ein Ofensteigrohr in den Ofenauslauf der Druckvergiessereinrichtung und fliesst über die Eingussöffnung des Formkastens in den Einguss der Sandgussform. Der Einguss der Sandgussform führt in einen Angussbereich, welcher den Strom flüssigen Metalls über ein Kanalsystem verteilt und die Formhohlräume der Sandgussform optimal füllt. Damit beim Fliesen des flüssigen Metalls keine Turbulenzen entstehen oder werkstoffspezifische kritische Geschwindigkeiten überschritten werden, welche das spätere Bauteil mechanisch oder chemisch (Oxidationsprozesse) negativ beeinflussen, wird die Strömungsgeschwindigkeit des flüssigen Metalls über den Druck in der Druckvergiessereinrichtung geregelt. Nach erfolgtem Vergiessen lässt man die Sandgussform abkühlen, bis das damit hergestellte Gussteil genug erstarrt ist, dass man dieses aus dem Formkasten auspacken kann. Die Sandgussform wird zum Beispiel über einen Rütteltisch geführt, damit sich der Sand vom Gussstück löst.

[0004] Beim Schwerkraftgiessen wird eine Sandgussform von oben mit flüssigem Metall gefüllt. Das Metall fliesst dank der Schwerkraft - meist turbulent - in den Einguss der Sandgussform und wird dort ebenfalls im Angussbereich über Verteilkanäle in die Hohlräume der Gussform verteilt. Durch das Einsetzen von entsprechenden Filtern im Einguss der Sandgussform kann auch beim Schwerkraftgiessen eine laminare Strömung erzeugt werden. Die Filter haben den zusätzlichen Vorteil, dass auch noch Verunreinigungen oder Oxidationsprodukte aus dem flüssigen Metall ausgefiltert werden können.

[0005] Das beschriebenen Niederdruck-Giessverfahren oder das Schwerkraftgiessen wird insbesondere für das Vergiessen von Leichtmetallen, z.B. Aluminiumlegierungen, verwendet.

[0006] Für das Giessen in industriellem Massstab ist es wichtig die Giessanlage möglichst effizient zu betreiben. Daher ist es wichtig kurze Taktzeiten für das Herstellen der einzelnen Gussteile zu erreichen. Ein wichtiger Faktor für die Taktzeit ist die Abkühlgeschwindigkeit des hergestellten Bauteiles. Je schneller das Gussteil erstarrt bzw. starr genug ist, um es aus der Sandgussform bzw. dem Formkasten auszupacken, desto effizienter kann die Giessanlage betrieben werden.

Eine schnellere Abschreckung bzw. Erstarrung des flüssigen Metalls bringt aber auch verbesserte mechanische Eigenschaften für das hergestellte Gussteil mit sich. D.h. durch eine schnelle und gezielte Abkühlung der Schmelze werden Metallgefüge mit besseren mechanischen Eigenschaften erzeugt (z.B. Härtung des Gussteiles).

[0007] Um die Abkühlung der Sandgussform zu beschleunigen sind bereits Lösungen aus dem Stand der Technik bekannt.

[0008] Die Schrift US 7121318 schlägt vor, dass nach dem Füllen einer Sandform (ein Sandstoff-Konglomerat mit Bindemittel) mit flüssigem Metall, die Sandform mit einem Lösungsmittel, z.B. Wasser, in Kontakt kommt. Dadurch wird das flüssige Metall in den Randzonen schneller abgekühlt und beginnt dort zu erstarren. Der Randbereich des Gussteils mit erstarrter Oberfläche kommt dabei auch direkt mit dem Lösungsmittel in Kontakt und wird dadurch weiter abgeschreckt. Durch das Lösungsmittel wird die Sandgussform im gekühlten Bereich auch aufgelöst. Die US-Schrift schlägt vor, dass die Sandgussform in ein mit dem Lösungsmittel gefülltes Bad getaucht wird.

[0009] In einem weiteren Dokument, der US 7 216 691, wird vorgeschlagen eine mit flüssigem Metall gefüllte Sandgussform mit Wasser zu bespritzen oder in ein Wasserbad einzutauchen zwecks schnellerer Kühlung der Gussform bzw. schnellerer Erstarrung des darin enthaltenen Gussteiles. Bezweckt wird hierbei auch die Auflösung der Sandgussform. Durch die gezielte Beaufschlagung einzelner Bereiche der Sandgussform mit dem Kühlmittel wird auch eine zonal gerichtete Abschreckung erreicht und damit auch zonal bessere mechanische Eigenschaften am hergestellten Gussteil.

[0010] Die Schrift DE 11 2006 000 627 T5 beschreibt ein weiteres Verfahren und eine Sandgussform mit verbesserter Wärmeabfuhr, bevorzugt für die Herstellung von Gussteilen aus Aluminiumlegierungen. Die Sandform und die Kerne bestehen aus Quarzsand, welcher mit einem wasserlöslichen Bindemittel versetzt sind, damit der Quarzsand in der gewünschten Form bleibt. Zwecks gezielter Härtung bestimmter Stellen am herzustellenden Gussteil, werden wasserlösliche Kerne an entsprechenden Stellen der Sandgussform eingesetzt. Wird nach erfolgtem Giessprozess die Sandgussform an den Stellen mit eingesetzten, wasserlöslichen Kernen mit einem Wasserstrahl bespritzt, so löst sich das wasserlösliche Bindemittel auf und die Kerne werden gewaschen. Dadurch bildet sich nicht nur in relativ kurzer Zeit eine erstarrte Randzone am Gussteil, sondern das Gussteil wird an dieser Stelle auch noch weit schneller abgeschreckt,

sobald der Kern weggewaschen ist und der Wasserstrahl direkt mit der erstarrten Gussteiloberfläche in Berührung kommt. Dadurch kann auch eine lokale Härtung des Gussteiles stattfinden.

[0011] Die Schrift US 4 222 429 beschreibt ein Kühlverfahren für eine Vakuum-Sandgussform. Hierbei wird die sich unter Unterdruck befindliche Sandgussform mit flüssigem Metall gefüllt. Mittels des durch die Absaugung fortbestehenden Unterdruckes in der Sandgussform werden beim Giessprozess ev. zusätzlich entstehende Gase (verdampfendes Styrolharz) aus der Sandgussform abgeführt. Zur Kühlung der Sandgussform wird anschliessend an der Erstarrung des Gussteiles ein Gas durch die (poröse) Gussform gespült und dann wieder daraus abgesaugt, wodurch eine zusätzliche Abkühlung bzw. Abschreckung der Gussform und des Gussteiles bewirkt wird. Als Kühlgas wird z.B. Luft verwendet, welche mittels Kompressor in die Sandgussform gepumpt wird. Es kann auch mit Wasserdampf anstelle von Luft gespült werden. Diese Spülung der Sandgussform erzeugt eine Wärmeabführung. Zusätzlich zur Spülung der Sandgussform mit einem Kühlgas bzw. Luft kann die Sandgussform von aussen noch mit Wasser besprüht werden.

[0012] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Gussteilen vorzusehen, welches die Abkühlung von mittels Unterdruck-Formverfahren hergestellter Sandgussformen und der darin erstarrenden Gussteile stark verbessert.

[0013] Diese Aufgabe wird durch das Verfahren zur Herstellung von Gussteilen gemäss Anspruch 1 gelöst.

[0014] Bekannte Giessverfahren zur Herstellung von Gusssteilen mit einer Sandgussform enthalten die folgenden Schritte:

- Herstellung der Sandgussform in einem Formkasten mit einem Unterdruck-Formverfahren
- Füllung der hergestellten Sandgussform im Formkasten mit flüssigem Metall
- Kühlung der Sandgussform und des darin erstarrenden Gussteiles mit einer Kühlflüssigkeit (z.B. Wasser).

[0015] Das erfindungsgemässe Verfahren enthält aber noch die folgenden spezifischen Schritte:

- die sich unter Unterdruck befindliche Sandgussform im Formkasten wird zunächst mit flüssigem Metall gefüllt
- der Formkasten wird anschliessend mit der sich darin unter Unterdruck befindlichen Sandgussform ganz oder teilweise mit einer Kühlflüssigkeit beaufschlagt
- der Formkasten wird - nach oder unmittelbar vor der Kühlflüssigkeitsbeaufschlagung - an Stellen mit Kühlflüssigkeitsbeaufschlagung geöffnet, so dass die Kühlflüssigkeit in die sich unter Unterdruck befindliche Sandgussform gesogen wird und dadurch das erstarrende Gussteil abschreckt.

[0016] Das erfindungsgemässe Verfahren hat zahlreiche Vorteile gegenüber bekannten Giessverfahren. Dank der Verwendung von im Unterdruck-Verfahren hergestellter Sandgussformen wird kein Bindemittel benötigt (Kostensparnis). Die Sandaufbereitung ist sehr einfach. Es werden keine teuren und sperrige Sandaufbereitungsanlagen benötigt. Der Sandverbrauch ist mit der erfindungsgemässen Herstellmethode gering und entsprechend umweltschonend, weil keine Zusatzstoffe benötigt werden. Mittels Unterdruck-Formverfahren hergestellte Sandgussformen benötigen geringere Formschrägen und können im Gegensatz zu anderen Sandgussformen auch Hinterschneidungen aufweisen. Da die im Unterdruck-Verfahren hergestellten Sandgussformen kein Wasser enthalten, wird beim Gussprozess kein Wasserdampf erzeugt. Damit sind auch geringere Wanddicken am Gussteil giessbar. Damit hergestellte Gussteile haben zudem eine höhere Masshaltigkeit und können eine sehr feine Oberfläche aufweisen, da Sand mit kleiner Korngrösse verwendet werden kann. Selbst eine gratfreie Fertigung ist möglich. Die Gussteile müssen anschliessend nicht zwingend sandgestrahlt werden.

Das erfindungsgemässe Herstellverfahren kann zudem bei allen bekannten und gängigen Giessverfahren eingesetzt werden.

Beim erfindungsgemässen Herstellverfahren wird die Abschreckung des Gussteiles mit Wasser oder einer anderen Kühlflüssigkeit durch den entstehenden Ansaugeneffekt auf ein sehr hohes Mass gebracht. Die Kühlflüssigkeit dringt sehr viel schneller und tiefer in die poröse Sandgussform ein, so dass deutlich höhere Abkühlgeschwindigkeiten der Gussteile bewirkt werden als mit herkömmlichen Kühlverfahren. Durch die Berührung des randerstarten Gussteiles in der Sandgussform mit der Kühlflüssigkeit wird die Wärme schlagartig abgeführt. Durch die extreme Abkühlgeschwindigkeit fallen sowohl die Primärdendritenbildung wie auch die eutektische Erstarrung sehr feinkörnig aus. Die Saugwirkung wird zudem dadurch verbessert, dass die Hohlräume zwischen den Sandkörnern nicht durch Bindemittel blockiert sind. Die Sandgussform ist damit viel poröser und die Kühlflüssigkeit wird durch den Unterdruck schlagartig in die Sandgussform gesaugt, ohne am Durchfluss gehindert zu werden.

[0017] Im Folgenden werden das erfindungsgemässe Herstellverfahren und deren Wirkweise anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. Es soll aber ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass sich das erfindungsgemässe Verfahren und der Erfindungsgedanke nicht auf die in den Beispielen gezeigten Ausführungsformen beschränkt. Es zeigen:

Figur 1	Herstellung einer Sandgussform mit bekanntem Unterdruck- oder Vakuum-Formverfahren
Figur 2.1 und 2.2	Bereitstellung des Formkastens mit der sich unter Unterdruck befindliche Sandgussform
Figur 2.2	Füllung der Sandgussform mit flüssigem Metall
Figur 3.1 und 3.2	Erfindungsgemässes Abkühlen und Auspacken der sich unter Unterdruck befindlichen Sandgussform
Figur 4.1 und 4.2	Weitere Variante für das erfindungsgemässe Abkühlen und Auspacken der sich unter Unterdruck befindlichen Sandgussform

[0018] Die Figur 1 zeigt zunächst die Herstellung einer Sandgussform nach dem Unterdruck-Formverfahren. Das dargestellte Verfahren ist Stand der Technik und kann auch beim erfinderischen Herstellverfahren Anwendung finden. Das erste Bild zeigt die Bereitstellung eines Unterdruckkastens mit einer Modelhälfte der herzustellenden Gussteilform. An der Modelhälfte ist eine Giesstrichterform angebracht, durch welche das flüssige Metall später in die Sandgussform fließen soll. Im zweiten Bild wird ein erster Prozessschritt zur Herstellung der Sandgussform gezeigt. Hierbei wird eine Folie bzw. Modellfolie erwärmt bis sie plastisch verformbar wird. Anschliessend wird die Modellfolie von oben über die Giesstrichterform und die Modelhälfte abgesenkt. Mittels Absaugung an der Unterkasten-Modellplatte wird ein Unterdruck erzeugt (siehe Pfeil), welcher die Modellfolie an die Modelhälfte und an den Giesstrichter ansaugt. Die Modelhälfte und die Giesstrichterform können zwecks besserer Ansaugung der Modellfolie mit kleinen Löchern versetzt sein. Die Modellfolie kühlt ab und verbleibt in der modellierten Form. Optional kann auf die Modellfolie anschliessend noch Schlichte aufgebracht werden. Im 4. bis 6. Bild wird gezeigt, wie das Formkasten-Oberteil über die Modellhälfte mit aufgezogener Modellfolie positioniert und mit Sand, z.B. Quarzsand, gefüllt und schliesslich mit einer oberen Deckfolie verschlossen wird. Im Formkasten-Oberteil wird nun ebenfalls ein Unterdruck erzeugt indem die Luft daraus abgesogen wird (siehe Pfeil in den Figuren). Das Vakuum bzw. Unterdruck im Formkasten-Oberteil wird mittels Pumpen stabil gehalten, so dass der Unterdruck im Formkasten-Oberteil bestehen bleibt. Das Formkasten-Oberteil wird nun von der Modelhälfte und der Giesstrichterform abgezogen (siehe 7. Bild). Die hiermit aus Sand hergestellte Gussformhälfte verbleibt durch den ausgeübten Unterdruck in ihrer Form, ähnlich einer vakuumierten Lebensmittelverpackung. Die daraus hervorgehenden Vorteile wurden bereits weiter oben erläutert. Das Formkasten-Unterteil mit der unteren Gussformhälfte wird auf gleicher Weise hergestellt. Das Formkasten-Oberteil wird anschliessend mit dem zugehörigen Formkasten-Unterteil zusammengefügt und miteinander kraftschlüssig verbunden. Der Formkasten mit der sich darin unter Unterdruck befindlichen Sandgussform ist nun bereit für die Befüllung mit flüssigem Metall (siehe 8. Bild). Nachdem das flüssige Metall zum Gussteil erstarrt ist, kann der Unterdruck aufgehoben und das hergestellte Gussteil aus dem Formkasten entfernt werden (siehe 9. Bild).

[0019] Die beiden folgenden Teilfiguren 2.1 und 2.2 zeigen in schematischer Darstellung den zweiteiligen Formkasten 2, wobei jede Formkastenhälfte 2 eine Sandgussformhälfte enthält, die unter Unterdruck gehalten wird. Die Teilfigur 2.1 zeigt auch, wie beide Sandgussformhälften aufgrund des Unterdruckes in ihrer durch die Modellfolien 12 gebildeten Form gehalten werden. Der Unterdruck in den beiden Gussteilformhälften wird jeweils durch den Formkasten 2, sowie einer Formkasten-Deckfolie 7 und einer Modellfolie 12 gehalten. Die schematischen Figuren zeigen an beiden Formkastenhälften eine Absaugstelle 11, mittels welcher Luft aus den Formhälften abgesogen und so der Unterdruck erzeugt wird. Das Formkasten-Oberteil weist noch einen Giesstrichter 10 auf, durch welchen in einem späteren Schritt die Schmelze in die geschlossene Gussform gegossen wird. Gemäss Teilfigur 2.1 werden die beiden mit Unterdruck beaufschlagten Formkastenhälften aufeinandergelegt und kraftschlüssig miteinander verbunden. In der Teilfigur 2.2 sind beide Formkastenhälften zusammengefügt. Diese sind kraftschlüssig miteinander verbunden damit sich die Sandgussform beim Giessprozess nicht öffnet. Die beiden Formkastenhälften bilden den eigentlichen Formkasten 2 mit der darin aus den beiden Sandgussformhälften zusammengefügt Sandgussform 1. Die zusammengefügte Sandgussform 1 bildet einen Hohlraum 13, welcher die herzustellende Gussteilform aufweist. Der geschlossene Formkasten 2 kann nun mit der Schmelze, d.h. flüssigem Metall 5 gefüllt werden. Die vorliegende Erfindung kann bei einem beliebigen Giessverfahren angewendet werden, z.B. bei den weiter vorne beschriebenen Schwerkraft- oder Druckgiessverfahren. Weitere gängige und anwendbare Giessverfahren wären z.B. das Kippgiessen, das fallende Giessen oder auch das seitliche Giessen. Die Sandgussform 1 ist nun gemäss Teilfigur 2.2 mit flüssigem Metall gefüllt, wobei das flüssige Metall abkühlt und - zuerst in den Randzonen zur Sandform hin - langsam zu erstarren beginnt.

[0020] Die beiden Teilfiguren 3.1 und 3.2 zeigen nun den erfinderischen Verfahrensschritt: Der Formkasten 2 mit der sich darin weiterhin unter Unterdruck befindlichen Sandgussform 1, welche mit flüssigen, teilerstarrtem Metall gefüllt ist, wird von der Gießvorrichtung (nicht dargestellt) wegbewegt. Die Gießvorrichtung wird damit für den nächsten Gussvorgang, d.h. Befüllung eines weiteren Formkastens, freigeben. Der gefüllte Formkasten 2 wird hierzu, z.B. von einem nicht dargestellten Roboter, von der Gießvorrichtung wegbewegt und über eine Kühlvorrichtung geschwenkt. Die Kühlvorrichtung kann, wie in den beiden Teilfiguren dargestellt aus einem grossen Kühlbecken bzw. Bad 6 (z.B. ein Wasserbad) bestehen. Nebst dem eigentlichen Kühlbecken 6 kann die Kühlvorrichtung auch Düsen 9 für die Kühlflüssigkeitsbeaufschlagung aufweisen, welche den mit flüssigem Metall gefüllten Formkasten 2 aus verschiedenen Richtungen, z.B. von oben, mit einer Kühlflüssigkeit besprühen. Typischerweise wird als Kühlflüssigkeit bzw. Kühlmittel Wasser verwendet.

Der Formkasten 2 wird nun z.B. teilweise in das Kühlbecken 6 getaucht und von oben mittels der Düsen 9 mit der Kühlflüssigkeit besprüht. Der Formkasten 2 kann auch ganz in das Kühlbecken 6 getaucht werden, wobei dann keine zusätzlichen Düsen notwendig sind. Der Formkasten 2 mit der sich weiterhin unter Unterdruck befindlichen Sandgussform 1 wird nun erfindungsgemäss ganz oder auch nur an den Stellen mit Kühlflüssigkeitsbeaufschlagung geöffnet. Dies geschieht dadurch, dass die Formkasten-Deckfolien 7 entfernt werden. Die Erfindung macht sich nun den Saugeffekt des Unterdruckes (typischerweise -0.6 bis -0.8 bar) zunutze: Durch das Entfernen der Deckfolien 7 wird augenblicklich Wasser in die Sandgussform 1 gesogen, welches das Gussteil 3 augenblicklich abschreckt. Da die Sandgussform 1 aus Sand, d.h. Quarzsand, besteht und keine blockierende Bindemittel (z.B. Betonit) oder andere Feinanteile enthält, kann das Wasser dank des vorbestehenden Unterdruckes/Vakuums sehr schnell und tief in die poröse Sandgussform, d.h. zwischen den einzelnen Sandkörnern, eindringen. Obschon eine Sandgussform sehr kompakt wirkt, ist sie in Wirklichkeit porös und besitzt einen theoretischen Formhohlraum zwischen den Sandkörnern, welcher 33% des gesamten Sandgussformvolumens ausmachen kann. Aufgrund dessen ist der erfinderische Kühl- oder Abschreckeffekt sehr hoch im Vergleich zu den bekannten Kühlverfahren.

Selbstverständlich ist nicht ausgeschlossen, dass das erfindungsgemässe Verfahren auch mit Unterdruck-Sandgussformen Anwendung findet, welche mit Zusätzen versehen sind. Wie den vorangehenden Ausführungen zu entnehmen ist, muss hierbei darauf geachtet werden, dass die verwendeten Zusätze die Porosität der Sandgussform bzw. deren Durchlässigkeit für die Kühlflüssigkeit nicht negativ beeinflussen oder zumindest nicht zu stark negativ beeinflussen. Entsprechend sollte Betonit als Zusatz / Bindemittel vorzugsweise nicht verwendet werden, weil dieses bei Kontakt mit Wasser die Hohlräume zwischen den Sandkörnern verschliesst und die Sandform damit für Wasser undurchlässig macht (es wird trotz des Unterdruckes wenig oder kein Wasser in die Sandform gesogen).

Nachdem die Deckfolien 7 des Formkastens entfernt wurden ist auch denkbar, dass der Formkasten 2 tiefer ins Kühlbecken 6 eingetaucht wird. Das Eintauchen des Formkastens 2 in das Wasserbad 6 bietet den zusätzlichen Vorteil, dass der Eintauchvorgang gesteuert bzw. geregelt erfolgen kann. D.h. der Abkühlvorgang kann über die Eintauchrichtung und -geschwindigkeit beeinflusst werden. So kann der Formkasten beispielsweise waagrecht in Giesslage, schräg oder um 180 Grad um eine horizontale oder eine vertikale Achse gedreht eingetaucht werden. Entsprechend können bestimmte Bereiche des Gussteiles über die Eintauchrichtung und /oder -geschwindigkeit schneller abgeschreckt werden.

[0021] Die Teilfiguren 4.1 und 4.2 zeigen eine weitere Variante des erfindungsgemässen Verfahrens. Hierbei wird der mit flüssigem Metall gefüllte Formkasten 2 vollständig in ein Wasserbad 6 getaucht, bevor die Deckfolien 7 am Formkasten entfernt werden. Der Ansaugeffekt zur Abschreckung des flüssigen oder teils bereits randerstarrten Gussteiles 3 mit der Kühlflüssigkeit wird hierbei noch effizienter ausgenutzt. Wie in den Teilfiguren 4.1 und 4.2 dargestellt ist, kann der Formkasten anstelle der Deckfolien 7 auch Schieber 8 aufweisen. Diese Schieber 8 übernehmen hierbei die Funktion der Deckfolie. Je nach Anwendung und Formkastengrösse kann die Verwendung von Schiebern - z.B. an der Formkasten-Unterseite - vorteilhafter sein als der Einsatz von Deckfolien. Die Schieber können auch ohne weiteres wiederverwendet werden.

[0022] In der vorangehenden Beschreibung wurde ausgeführt, dass der Formkasten nach der Kühlflüssigkeitsbeaufschlagung durch die Entfernung der Deckfolien oder Schieber geöffnet wird. Selbstverständlich umfasst die Erfindungsidee aber auch die Möglichkeit, dass die (Teil-)Öffnung des Formkastens vor bzw. unmittelbar vor oder gleichzeitig mit der Kühlflüssigkeitsbeaufschlagung erfolgt. Der Formkasten kann also vor oder auch nach der Kühlflüssigkeit-Beaufschlagung geöffnet werden (vorzugsweise nur an den Stellen mit Kühlflüssigkeitsbeaufschlagung). Der erfindungsgemäss verwendete Saug- und damit Kühleffekt wird natürlich am effizientesten genutzt, wenn die Sandgussform nur oder grösstenteils nur Kühlflüssigkeit und nicht auch Umgebungsluft (wesentlich geringere Wärmekapazität) aufsaugt. Es ist daher zu bevorzugen, dass der Formkasten erst nach der Kühlflüssigkeitsbeaufschlagung durch die Entfernung der Deckfolien oder Schieber geöffnet wird.

[0023] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die explizit genannten Möglichkeiten und Ausführungsformen beschränkt. Diese Varianten sind vielmehr als Anregung für den Fachmann gedacht, um die Erfindungsidee möglichst günstig umzusetzen.

Bezugszeichenliste

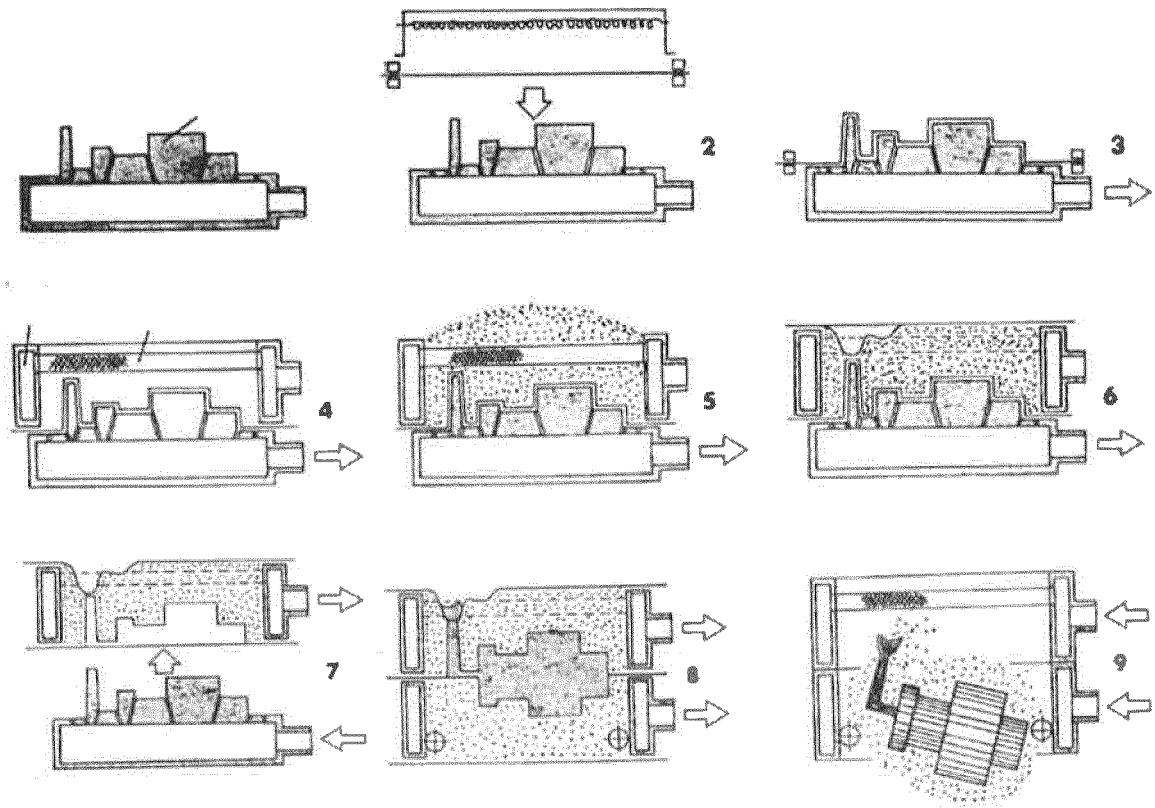
[0024]

- 1 Sandgussform
- 2 Formkasten, Formkastenhälfte
- 3 Gussteil
- 4 Kühlflüssigkeit, Wasser
- 5 flüssiges Metall
- 6 Kühlbecken, Wasserbad
- 7 Formkasten-Deckfolien

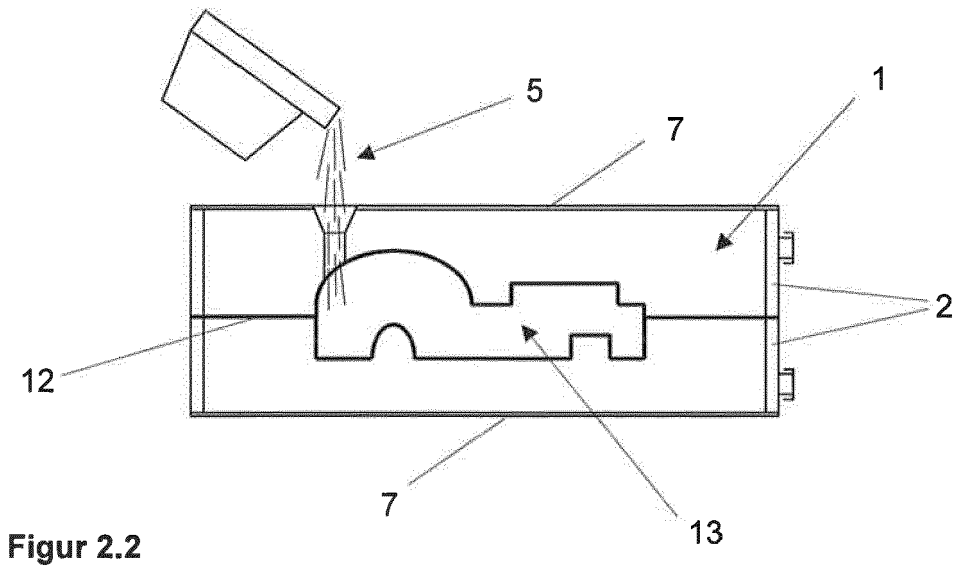
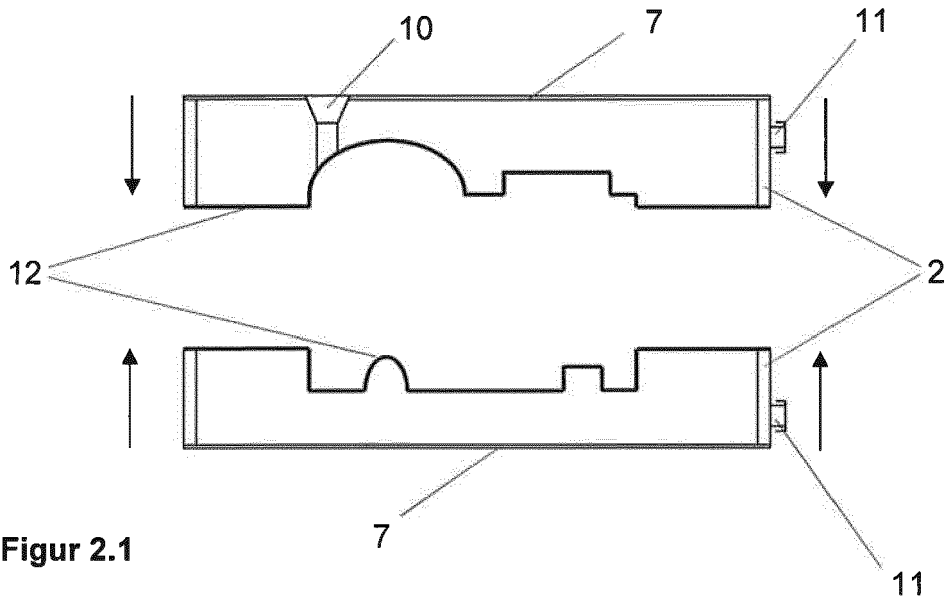
- 8 Formkasten-Schieber
- 9 Düsen für die Kühlflüssigkeitsbeaufschlagung
- 10 Giesstrichter
- 11 Absaugstelle Sandgussform
- 5 12 Modellfolie
- 13 Hohlraum der Sandgussform

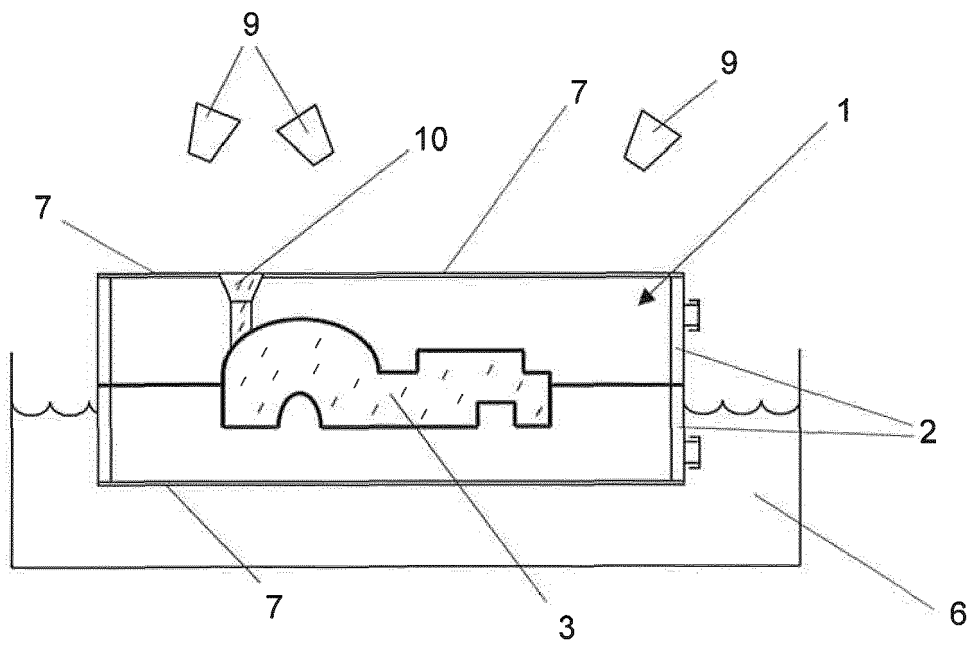
Patentansprüche

- 10
1. Verfahren zur Herstellung von Gusssteilen aus Metall mit einer Sandgussform (1), wobei das Verfahren die folgenden Schritte enthält:
- Herstellung der Sandgussform (1) in einem Formkasten (2) mit einem Unterdruck-Formverfahren
 - 15 - Füllung der hergestellten Sandgussform (1) im Formkasten (2) mit flüssigem Metall
 - Kühlung der Sandgussform (1) und des darin erstarrenden Gussteiles (3) mit einer Kühlflüssigkeit (4),
dadurch gekennzeichnet, dass
 die sich unter Unterdruck befindliche Sandgussform (1) im Formkasten (2) zunächst mit flüssigem Metall (5)
 gefüllt wird, dass
 20 der Formkasten (2) anschliessend mit der sich darin unter Unterdruck befindlichen Sandgussform (1) ganz oder
 teilweise mit einer Kühlflüssigkeit (4) beaufschlagt wird und dass
 der Formkasten (2) nach, gleichzeitig oder vor der Kühlflüssigkeit-Beaufschlagung, an Stellen mit Kühlflüssig-
 keitsbeaufschlagung geöffnet wird, so dass die Kühlflüssigkeit (4) in die sich unter Unterdruck befindliche Sand-
 gussform (1) aufgesogen wird und dadurch das erstarrende Gussteil (3) abschreckt.
- 25
2. Verfahren zur Herstellung von Gusssteilen (3) gemäss Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlflüs-
 sigkeit (4) Wasser ist.
- 30
3. Verfahren zur Herstellung von Gusssteilen (3) gemäss Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
 Beaufschlagung des Formkastens (2) mit der Kühlflüssigkeit (4) in einem Kühlbecken (6), vorzugsweise ein Was-
 serbad, erfolgt,
 besonders bevorzugt wird der Formkasten (2) hierbei teilweise oder vollständig in das Kühlbecken (6) getaucht.
- 35
4. Verfahren zur Herstellung von Gusssteilen (3) gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** die Sandgussform (1) durch den Unterdruck im Formkasten (2) in ihrer Form gehalten wird.
5. Verfahren zur Herstellung von Gusssteilen (3) gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** die Sandgussform (1) aus Quarzsand gebildet wird, vorzugsweise ohne Bindemittel.
- 40
6. Verfahren zur Herstellung von Gusssteilen (3) gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** die Sandgussform (1) kein Bindemittel, insbesondere Betonit, oder Schlichte enthält.
7. Verfahren zur Herstellung von Gusssteilen (3) gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** das Öffnen des Formkastens (2) durch entfernen der Formkasten-Deckfolien (7) oder mittels sich
 45 am Formkasten (2) befindliche Schiebern (8) erfolgt.
8. Verfahren zur Herstellung von Gusssteilen (3) gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** der Formkasten (2) waagrecht in Gieslage oder um einen Winkel von 0 bis 180 Grad um eine
 horizontale oder vertikale Achse gedrehte Lage in das Kühlbecken (6) eingetaucht wird, bevorzugt findet das Ein-
 50 tauchen in das Kühlbecken (6) zeitlich gesteuert statt.
9. Verfahren zur Herstellung von Gusssteilen (3) gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** das Gussverfahren ein Vakuum-Formverfahren oder ein Schwerkraft-Verfahren ist.
- 55
10. Giessanlage zur Herstellung von Gusssteilen (3) mit einem Verfahren gemäss einem der vorangehenden Ansprüche.

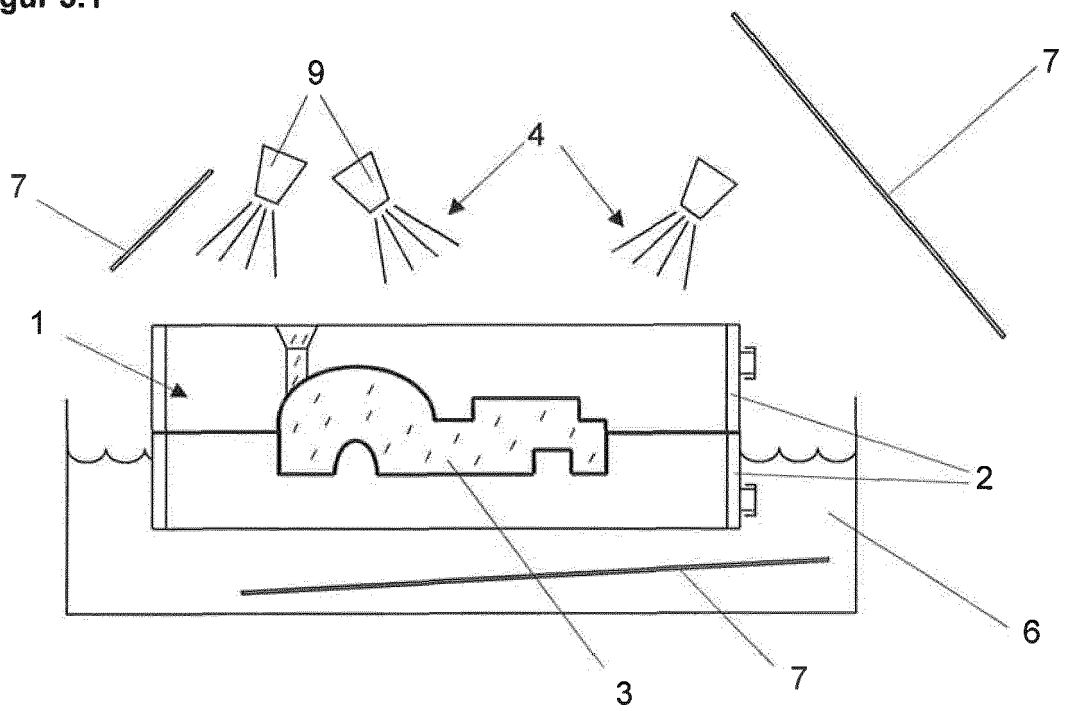


Figur 1

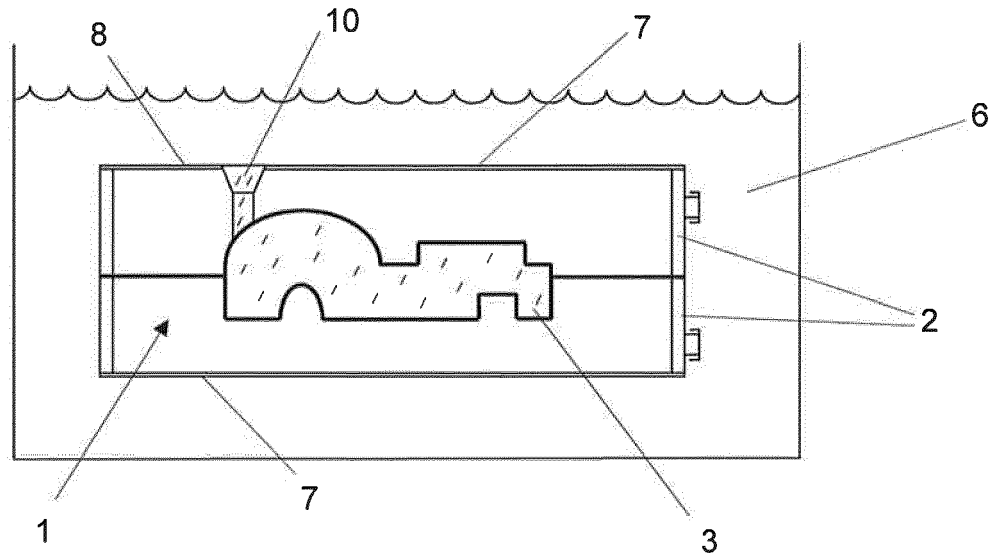




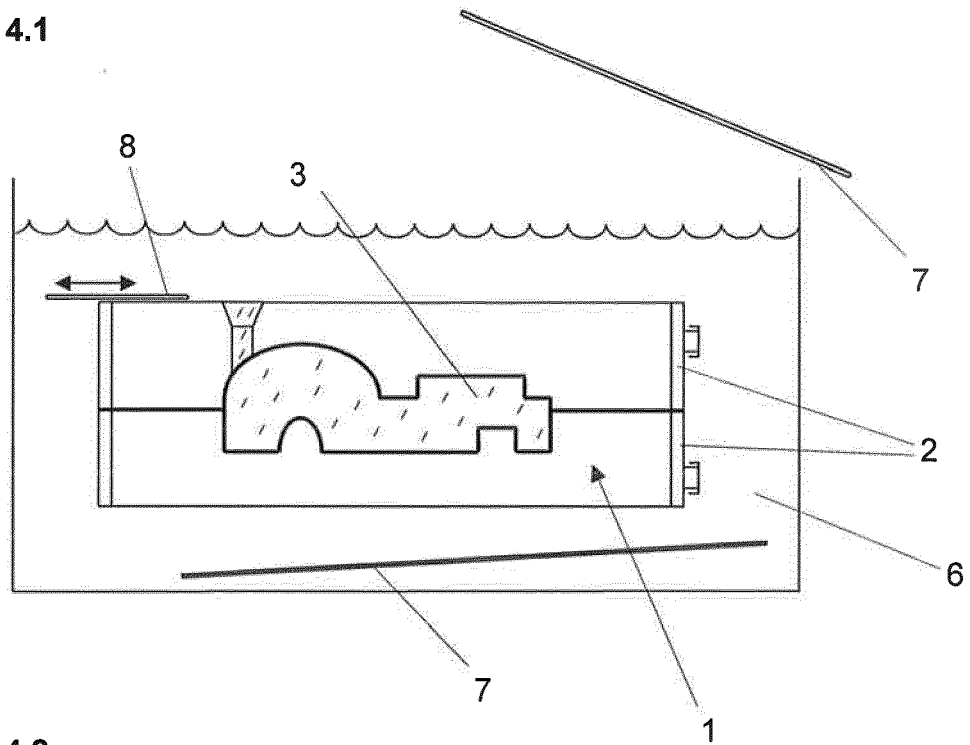
Figur 3.1



Figur 3.2



Figur 4.1



Figur 4.2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 19 8875

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)	
X	JP S57 85636 A (HITACHI LTD) 28. Mai 1982 (1982-05-28)	10	INV. B22D18/04 B22D30/00	
A	* das ganze Dokument * -----	1-9		
X	JP S62 77148 A (TOYOTA MOTOR CORP) 9. April 1987 (1987-04-09)	10		
A	* das ganze Dokument * -----	1-9		
X	JP H04 84662 A (ENDOU JIYUSHI MOORUDO KK) 17. März 1992 (1992-03-17)	10		
A	* das ganze Dokument * -----	1-9		
X	EP 1 731 242 A1 (SINTOKOGIO LTD [JP]) 13. Dezember 2006 (2006-12-13)	10		
A	* das ganze Dokument * -----	1-9		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt				RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
				B22D
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 31. Mai 2017	Prüfer Scheid, Michael	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

EPO FORM 1503 03.82 (P04/C03)

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

EP 16 19 8875

5 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.

31-05-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP S5785636 A	28-05-1982	KEINE	
JP S6277148 A	09-04-1987	JP H0561018 B2 JP S6277148 A	03-09-1993 09-04-1987
JP H0484662 A	17-03-1992	JP H07224 B2 JP H0484662 A	11-01-1995 17-03-1992
EP 1731242 A1	13-12-2006	BR PI0509560 A EA 200601602 A1 EP 1731242 A1 KR 20070012435 A US 2007209771 A1 US 2009114362 A1 WO 2005095022 A1	18-09-2007 27-02-2007 13-12-2006 25-01-2007 13-09-2007 07-05-2009 13-10-2005

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

- US 7121318 B [0008]
- US 7216691 B [0009]
- DE 112006000627 T5 [0010]
- US 4222429 A [0011]