(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 853 320 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.04.2015 Patentblatt 2015/14

(51) Int Cl.:
B22C 1/00 *(2006.01)* ***B22C 1/18*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **14180671.1**

(22) Anmeldetag: **12.08.2014**

(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

(30) Priorität: **26.08.2013 DE 102013014027**
01.04.2014 DE 102014004914

(71) Anmelder: **Gebrüder Dorfner GmbH & Co. Kaolin- und Kristallquarzsand-Werke KG**
92242 Hirschau (DE)

(72) Erfinder: **Holtmann, Klaus Dr.**
92224 Amberg (DE)

(74) Vertreter: **Hannke, Christian**
Hannke Bittner & Partner
Patent- und Rechtsanwälte
Prüfeninger Strasse 1
93049 Regensburg (DE)

(54) **Gießform oder einen Gießformkern aus beschichtetem Formsand für Metallguss**

(57) Gießform und/ oder Gießformkern aus Formsand für Metallguss, wobei eine erste Schicht auf der Oberfläche von Formsandkörnern des Formsandes angeordnet ist, wobei die erste Schicht ausgehärtet ist und aus Wasserglas und/ oder Phosphatglas besteht.

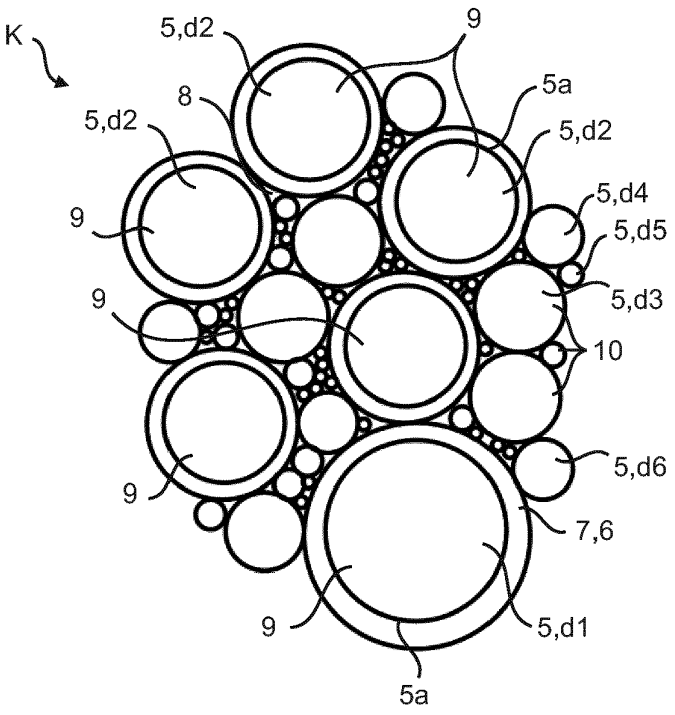


Fig. 8

EP 2 853 320 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gießform und/ oder einen Gießformkern aus beschichtetem Formsand für Metallguss.

[0002] Beim Gießen von Hohlformen wird der spätere Hohlraum der Form aus einem Gemisch aus Sand und Bindemittel geformt, wobei die Sandform beim Gießen idealerweise durch die Temperatureinwirkung zerfällt und aus dem erkaltetem Gussstück leicht entfernt werden kann. In der Regel geht dieser Sand zusammen mit dem Sand der äußeren Form zurück in den Sandkreislauf der Gießerei und wird in der äußeren, meist bentonitgebundenen Formenmasse wiederverwendet.

[0003] Als Bindemittel für Kernformen wird eine Vielzahl unterschiedlicher organischer und anorganischer Komponenten verwendet. Den größten Marktanteil bei der Herstellung von Kernformen hat aber das sogenannte Cold-Box-Verfahren. Dabei wird der Kernsand, der mit einem Polyurethanharzanteil (PU-Harz) von 0,5 - 2 Gew.-% Harz durch Mischen beschichtet wurde, in die Kernform geschossen und zum Aushärten mit Amin begast. Bei diesem Mischvorgang werden auch andere Additive sowie Glanzkohlenstoffe beigefügt. Durch das Begasen kommt es zur Aushärtung des PU-Harzes. Die Sandkörner sind nach dem Aushärten über Harzbrücken miteinander verbunden. Um die Harzmengen gering zu halten, wird die Kornverteilung des Sandes nach unten begrenzt, um so die spezifische Oberfläche (bzw. das Oberfläche/Volumen-Verhältnis) der einzelnen Partikel gering zu halten und "Oberflächen zu sparen". Wichtig ist bei der Kernherstellung eine möglichst dichte Kornpackung, um eine gute Grünfestigkeit und eine gute Formenoberfläche zu erhalten. Gleichzeitig ist aber eine gewisse offene Porosität der Kernform notwendig, um Wasserdampf und andere Gase, die beim Guss entstehen, abführen zu können.

[0004] Die Grünfestigkeit einer Kernform ist gemäß Gießereilexikon die Festigkeit feuchter Formsande von gleichmäßiger Stoff- und Temperaturverteilung bei Raumtemperatur (15 - 30°C).

[0005] Vielfach werden die Kernformen nach dem Aushärten noch mit einer Schlichte beschichtet. Eine Schlichte ist eine Suspension aus Feuerfestmaterial, die nochmals die Formenoberfläche verbessert. Teilweise wird diese Schlichte auch dazu verwendet, Gussfehler zu reduzieren. Der am häufigsten auftretende Gussfehler bei Hohlformen mit Sandkernen sind die sogenannten Blattrippen. Ein Beispiel solcher Blattrippen in einem Gussstück ist in der aus dem Gießereilexikon entnommenen Fig. 1 dargestellt.

[0006] Blattrippen sind gemäß dem Gießereilexikon durch Kerne verursachte unregelmäßige, filigranartige, dünne metallische Auswüchse in Winkeln oder an Ecken und Kanten der Gussstücke. Da die durch Schalenbildung entstehenden Ansätze infolge der Quarzausdehnung in den Formhohlraum hineinwachsen und nicht wie bei der Schülpe, einem weiteren Gussfehler, aufbrechen, hinterfüllt das Gießmetall den Spalt und bildet den typischen rippenartigen Ansatz. Blattrippen führen zu einem erhöhten Nacharbeitsaufwand und teilweise zum Ausschuss.

[0007] Die Häufigkeit dieser Blattrippenbildung hängt von verschiedenen Faktoren ab. Maßgeblich ist dabei auch das Bindemittel. Gerade PU-Binder (Cold-Box-Verfahren) schneiden dabei nur mittelmäßig ab, haben aber den Vorteil der vergleichsweisen leichten und schnellen Herstellung von Kernformen und sind dominant auf dem Markt. Die Neigung zur Blattrippenbildung in Abhängigkeit von dem Bindemittel ist in Fig. 2 dargestellt.

[0008] Blattrippen können bei allen Metallgüssen auftreten, besonders häufig allerdings beim Grauguss, Kugelgraphitguss, Temperguss und Stahlguss. Grund hierfür ist die beim Guss dieser Metalllegierungen verwendete Temperatur von ca. 1400°C - 1600°C. Gerade bei Quarzsand als am häufigsten eingesetzten Gießereisand kommt es bei ca. 573°C zu einer Phasenumwandlung. Aus dem sogenannten Tiefquarz bildet sich spontan ab dieser Temperatur die Modifikation Hochquarz. Diese reversible Phasenumwandlung geht mit einer Zunahme des Volumens des Quarzkorns um 0,8 % einher. Da dies in der Kernform zu einer Volumenzunahme führt, ist die allgemeine Meinung, dass diese Volumenzunahme zum Aufreißen der Oberfläche der Kernform führt, und damit dem flüssigen Metall den Zutritt in das Kerninnere ermöglicht und somit die Blattrippen bildet.

[0009] Da dieser Gussfehler sehr häufig auftritt und mit hohen Nachbearbeitungskosten oder sogar dem Verwerfen des Gussstückes verbunden ist, wurden hier bereits einige Strategien zur Vermeidung der Blattrippen entwickelt.

[0010] Naheliegend ist der Ersatz von Quarzsand durch andere körnige Mineralien, die keine Phasenumwandlung im üblichen Temperaturbereich der Schmelze haben. Ein Vergleich des Ausdehnungsverhaltens verschiedener Materialien ist in der ebenfalls dem Gießereilexikon entnommenen Fig. 3 dargestellt. Dabei sind die Verhalten von Quarzsand, Feldspat, Chromitsand, Andalusit, Schamotte, Cerabeads und Zirkonsand dargestellt.

[0011] Neben den bereits oben erwähnten Mineralien sind aber auch Olivin, Aluminiumoxidkugeln und Mischungen aus Feldspat und Quarzsand und Keramikkugeln bekannt. Reiner Feldspat eignet sich nicht für den Grauguss, da er bei den dort herrschenden Temperaturen bereits zu schmelzen anfangen kann und somit nicht mehr aus dem Werkstück zu entfernen ist.

[0012] Ein allgemeiner Nachteil all dieser Quarzsandalternativen ist die Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit. Viele der Mineralien sind nur an wenigen Orten verfügbar und daher mit hohen Transportkosten belastet oder energieintensiv in der Herstellung (wie zum Beispiel Aluminiumoxid oder Cerabeads). Ein weiterer Nachteil ist teilweise die Kornform. Nicht alle Mineralien kommen als runde oder gerundete natürliche Sande vor, sondern werden teilweise durch Brechen

und Mahlen mit nachfolgendem Klassieren erzeugt. Derartiges Splitterkorn ist nachteilig bei der Erreichung einer dichten Partikelpackung in der Kernform und führt daher zu einer geringeren Grünfestigkeit und einem höherem Bindemittelbedarf.

[0013] Auch der Einsatz derartiger teurer Quarzsandalternativen ist mit hohem Aufwand belastet. Will man nicht den teuren Alternativsand beim "Ausschütteln" des Gussstücks mit dem übrigen Quarzsand vermischen und somit verlieren, sind besondere Einrichtungen erforderlich, um die Alternativsande abzutrennen und einer Wiederverwertung zuzuführen.

[0014] Insgesamt bleibt also der Einsatz von Quarzsandalternativen auf Sondergebiete begrenzt. Für die Massenproduktion von Gussstücken ist Quarzsand unverzichtbar.

[0015] Eine historisch gewachsene Methode, den Volumenzuwachs der Kernform beim Guss zu reduzieren, ist die Beimengung von organischem Material, das beim Guss verbrennen/pyrolysieren soll und dadurch freies Volumen für den Volumenzuwachs des Quarzsprungs schaffen soll. Traditionell wurde hierfür zum Beispiel Sägemehl verwendet. Diese Lösung hat allerdings Nachteile: Zum einen sinkt durch die Beimengung derart weichen Materials die Grünfestigkeit; ein Teil des Bindemittels wird vom Sägemehl aufgesogen und steht somit nicht mehr für die Bindung des Sandes zur Verfügung. Der größte Nachteil ist allerdings, dass bei der thermischen Zersetzung von Sägemehl und ähnlichen komplexen organischen Verbindungen unter Luftabschluss sogenannte VOC (Volatile Organic Compounds; Flüchtige organische Verbindungen) in den Abgasen entstehen. Dies ist zum einen eine Geruchsbelästigung für Anwohner in der Nähe von Gießereien, zum anderen stehen VOC-Abgase im Verdacht, krebserregend zu sein. Daher ist die Beibehaltung von derartigen einfachen Additiven mit hohen Kosten für die Abgasreinigung verbunden.

[0016] Moderne Additive, die ihre Wirkung ebenfalls aus dem Zerfall von organischem Material und die damit verbundenen Schaffung von freiem Volumen beziehen, bestehen aus Kunststoffen die sich bei der Pyrolyse im Idealfall in Wasserdampf und Kohlendioxid zersetzen, in keinem Fall aber VOC bilden. Derartige Additive werden mit ca. 0,5 - 3 %, z.B. ca. 1 %, dem Formsand zugesetzt und sind sehr teuer.

[0017] Grundsätzlich bleibt allerdings bei diesem Konzept ein Problem erhalten. Das Additiv kann nur wirken, wenn es sich entweder in den Bindemittelbrücken zwischen den Sandpartikeln befindet (Situation 1, siehe auch Fig. 4a), oder aber größer ist als das mittlere Porenvolumen der Sandmischung (Situation 2, siehe auch Fig. 4b).

[0018] Somit bedingt die Zugabe von Additiv immer auch eine Zunahme an erforderlichem, teurem Bindemittel. Zudem sind in Situation 1 deutliche Überdosierungen an Additiv unvermeidbar, da sich das Additiv beim Mischen mit dem Bindemittel gleichmäßig am Sandkorn anlagert, aber nur an den Kontaktstellen zwischen den Körnern benötigt wird.

[0019] In Situation 2 kann das Additiv bis zu seiner Zersetzung nachteilhaft die Poren im Formkörper verstopfen und somit den Weg für die freiwerdenden Gase verschließen. Zudem werden sich die größeren Additivpartikel, die für dieses Modell erforderlich sind, nicht nur in den Poren anlagern, sondern ebenfalls gleichmäßig über das Bindemittel und/oder auf den Sandkörnern haften und somit zu noch größerem Verbrauch an Bindemittel führen.

[0020] Neben dem Schaffen von freiem Volumen im Sandkern durch thermisches Zerstören von Additiven beim Gießen ist ein weiterer Ansatz bekannt: Dies wird gemeinhin als Erhöhung der Hochtemperaturplastizität beschrieben. Zum Verständnis dieses Ansatzes ist die genaue Kenntnis der die Kernform beeinflussenden Prozesse während des Gießens notwendig.

[0021] Ausgegangen wird beim Gießen von einer Form, die vor dem Gießen überall etwa Raumtemperatur von 20 - 30°C aufweist. In diese Form wird (z.B. beim Grauguss) das flüssige Metall mit ca. 1400°C gefüllt. Auf Grund der hohen Dichte des geschmolzenen Metalls und der hohen Temperatur steht also eine sehr große Wärmemenge in sehr kurzer Zeit zur Verfügung. Diese Wärmemenge muss abgeführt werden, bis das Metall fest geworden ist. Dabei dient der Formsand als Wärmesenke. Dabei ist aber zu bedenken, dass der Wärmetransport im Kernsand trotz des hohen Elastizitätsmoduls (E-Moduls) des Sandes (hohe Wärmeleitfähigkeit) begrenzt ist.

[0022] Zur Beschreibung des Wärmetransports kann man das Wurzel-Zeit-Gesetz ansetzen (also: doppelte Eindringtiefe der Wärme in den Körper bedeutet 4-fache Zeit), mit dem ein Körper sich von der Außenhülle zum Kern hin erwärmt. Das bedeutet, dass der Sand an der Oberfläche der Kernform und damit im direkten Kontakt mit der Metallschmelze innerhalb sehr kurzer Zeit bereits die für den Quarzsprung notwendigen 580°C erreicht, während die Temperatur im Inneren der Kernform noch unter dieser Temperatur liegt. Da die Phasenumwandlung von Tiefquarz zu Hochquarz aber mit einer Volumenzunahme verbunden ist, sich aber das Volumen der Kernform aufgrund des hydrostatischen Drucks der Schmelze nicht ändern kann, führt diese Volumenzunahme im Außenbereich der Form zu Druckspannungen. Aus der Bruchmechanik ist allerdings bekannt, dass Feststoffe nicht unter Druckspannung brechen, sondern nur unter Zugspannungen. Somit ist der Quarzsprung zwar die Ursache für Blattrippenbildung, aber nicht der Auslöser.

[0023] Die Zugspannungen, die zur Rissbildung in der Kernform führen, entstehen vielmehr unterhalb der Grenzfläche zwischen dem flüssigen Metall und der Kernform aus den Scherspannungen zwischen der Sandschicht, die eine Temperatur unterhalb 580°C aufweist (Tiefquarz), und der Sandschicht, die eine Temperatur oberhalb 580°C aufweist (Hochquarz), da eine Scherspannung immer in eine Zug- und Druckspannungskomponente aufgeteilt werden kann. Blattrippen können sich erst dann bilden, wenn dieser Riss unterhalb der Oberfläche der Kernform die Oberfläche der Kernform erreicht, und flüssiges Metall in diesen Riss eindringt. Daher wird auch Schlichten ein positiver Effekt auf die Blattrippenbildung zugeschrieben, da diese einen möglichen Riss auf der Oberfläche abdichten und somit das Eindringen von

flüssigem Metall in die Kernform verhindern.

[0024] Es ist ebenfalls aus der Bruchmechanik bekannt, dass ein Riss sich erst dann bildet, wenn an einer Fehlstelle die Zugspannung groß genug ist um den Riss zur Ausbreitung zu bringen (Griffith-Kriterium). Nach Griffith tritt Rissfortschritt dann ein, wenn die durch Verlängerung des Anrisses freiwerdende elastische Verzerrungsenergie W_e gleich oder größer ist als die zur Bildung der Bruchflächen benötigte Oberflächenenergie W_o (Formel 1).

$$W_e \geq W_O$$

[Formel 1]

[0025] Das Kriterium der instabilen Rissausbreitung ist gemäß Formel 2 beschrieben (mit Risslänge a).

$$\frac{dW_e}{da} \geq \frac{dW_O}{da}$$

[Formel 2]

[0026] Formel 3 beschreibt die elastische Verzerrungsenergie W_e und Formel 4 die Oberflächenenergie W_o für beide Bruchflächen (mit Elastizitätsmodul E, Oberflächenspannung γ_o und Spannung σ).

$$W_e = \frac{\pi\sigma^2 a^2}{E}$$

[Formel 3]

$$W_o = 4a\gamma_o$$

[Formel 4]

[0027] Das Kriterium der Rissausbreitung führt dann zu Formel 5.

$$\frac{2a\pi\sigma^2}{E} \geq 4\gamma_o$$

[Formel 5]

[0028] Unter diesen Bedingungen breitet sich ein vorhandener Riss instabil, d.h. ohne äußere Energiezufuhr aus. Dabei wird die elastisch gespeicherte Energie im Körper (z.B. aus Wärmeausdehnung) in Oberflächenenergie bei der Rissausbreitung umgewandelt (siehe Fig. 4 für die Energiebilanz der instabilen Rissausbreitung).

[0029] Für die zur Rissausbreitung erforderliche Spannung erhält man Formel 6.

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{2E\gamma_o}{\pi a}}$$

[Formel 6]

[0030] Formel 7 beschreibt die zugehörige kritische Risslänge (Griffith-Länge) a_0.

$$a_0 = \frac{2E\gamma_o}{\pi\sigma^2}$$

[Formel 7]

[0031] Risse, die kürzer sind als die kritische Griffith-Länge a_0, sind aus energetischen Gründen stabil. Sobald die kritische Länge überschritten wird, sind Risse instabil und breiten sich mit wachsender Länge immer schneller aus.

[0032] Die kritische Risslänge a_0 lässt sich bei einer Kernform nicht unbegrenzt erhöhen, da die Risskonzentratoren, also Faktoren, die die Rissentstehung begünstigen, zum größten Teil in den Poren zwischen den Sandkörnern vorliegen und diese nicht unbegrenzt verkleinert werden können, da sie den Abtransport der Gase in der Kernform beeinflussen. Wenn man allerdings den E-Modul des Werkstoffs senkt, kommt es bei gleicher Verformung zu einer geringeren Spannung, geringerer elastisch gespeicherter Energie und damit zu größeren Risskonzentratoren. Dies bedeutet, dass sich bei gleicher Verformung des Werkstücks (z.B. durch Quarzsprung) eine geringere Zugspannung ergibt, und damit geringere Tendenz zum Bruch.

[0033] Im Folgenden werden Maßnahmen zum Senken des E- Moduls der Kernform erläutert.

[0034] In der obersten Schicht der Kernform spielt die Bindung des Sandes durch das Polymer keine Rolle mehr, da dieses bei Temperaturen um die 580°C und darüber bereits pyrolysiert. Somit hängt der "E-Modul" der Kernform in diesem Bereich nur noch von der Reibung der Sandkörner untereinander ab. Je stärker die Reibung zwischen den Körnern ist, desto höher sind die Spannungen, die lokal bei Volumenänderungen aufgebaut werden können.

[0035] Somit ist es sinnvoll, die Reibung der Sandkörner untereinander zu vermindern, damit beim Quarzsprung eine Umlagerung der einzelnen Körner erfolgen kann und sich somit Spannungen, die zur Rissbildung führen können, abbauen bzw. gar nicht erst aufbauen.

[0036] Eine historisch gewachsene Methode, die Blattrippenbildung durch Reibungsverminderung zwischen den Sandkörnern zu reduzieren, ist das Beimengen von Eisenoxid in Form von Hämatit oder Magnetitpulver mit einer Oberfläche von > 10m^2/g zum Kernsand oder die Verwendung von eisenhaltigem Sand. Dabei befindet sich das Eisenoxid vorwiegend als dünne Schicht auf dem Quarzkorn und kann gegebenenfalls durch Aufbereitung in Säure mit nachfolgender Flotation entfernt werden (z.B. zur Aufbereitung von Glassanden).

[0037] Nach dem Guss wird im Kernsand das Mineral Fayalit, ein Inselsilikat der Olivingruppe, gefunden. Fayalit ist ein schmelzpunkterniedrigendes Eisensilikat der Zusammensetzung 2 FeO • SiO_2.

[0038] Der Quarzsand reagiert bei höheren Temperaturen, also zum Beispiel den Gießtemperaturen bei Eisen- und Stahlguss, mit Metalloxiden (z.B. FeO) unter Bildung niedrigschmelzender Orthosilikate nach folgendem Reaktionsschema:

[0039] Zunächst wird das Hämatit oder Magnetit durch Kohlenmonoxid, das sich z.B. aus der Zersetzung des Bindemittels oder des Glanzkohlenstoffes unter Luftabschluss bildet, zu Wüstit oder 2-wertigem FeO reduziert (vgl. hier den Hochofenprozess). Dieses FeO kann mit SiO_2 bei Temperaturen von geschmolzenem Eisen oder Stahl zu Fayalit reagieren. Die dabei entstehende Schmelzphase erleichtert die Umlagerung von Sandkörnern und führt daher zu einem geringeren Spannungsaufbau, damit zu größeren Risskonzentratoren und letztlich zu weniger Rissen in der Kernform und damit weniger Blattrippen. Fayalit hat aber auch den Nachteil, dass es den Kontaktwinkel zwischen flüssigem Eisen und dem Quarzsand reduziert und somit flüssiges Eisen zumindest in die obersten Schichten der Kernform eindringen kann, was als Vererzung bekannt ist. Diese ist nachteilig für die Qualität der Gussoberfläche.

[0040] Eisenanteile können folglich sowohl aufgrund natürlicher Ursachen als auch durch das Recycling von Formsanden in den Formsand gelangen. Unabhängig von der Entstehung weisen eisenhaltige Sande insbesondere eine im Oberflächenbereich des jeweiligen Sandkorns angeordnete Eisenoxidschicht auf.

[0041] Ein weiterer Nachteil ist die hohe Temperatur, bei der es erst zur Bildung einer Schmelze aus Fayalit kommt.

Diese liegt oberhalb 1400°C und damit weit oberhalb des Quarzsprungs. Man kann die Bildung dieser Schmelze aus Sicht der Glaschemie so erklären, dass Eisen für den Quarz ein Flussmittel ist. Eine ähnliche Wirkung hat z.B. Borsäure in Borosilikatgläsern. Erstaunlicherweise ist Eisenoxid als Flussmittel in Silikatschmelzen sogar effektiver als Borsäure. Da Eisenoxid mit Silikatschmelzen sehr gut reagiert und sich fest im Glasnetzwerk einbaut, kann man daran erkennen, dass fast alle Wirtschaftsgläser einen leichten Grünstich durch Fe^{2+}-Ionen im Glas aufweisen. Durch diese Schmelze, die nachfolgend zu Fayalit kristallisiert, können Spannungen aus dem Volumenzuwachs des Quarzsprungs erst später abgebaut werden und nicht schon in dem Temperaturbereich, in dem der Quarzsprung erfolgt.

[0042] Aus diesem Grund werden in der Patentliteratur auch Additive in Korn oder Pulverform erwähnt, die an den Kontaktstellen zwischen Sandkorn und Additiv bei niedrigeren Temperaturen schmelzen, erweichen oder im Kontakt mit dem Quarzsand eine Schmelze bilden, welche die Umlagerung von Sandpartikeln nach dem Quarzsprung erleichtert und damit die lokalen Spannungen, die zur Rissbildung im Formkörper führen, reduzieren.

[0043] Bekannt sind z.B. Eisenglimmer, Kryolith, Spodumen (bilden als Flussmittel schon bei niedrigen Temperaturen Schmelzen mit Quarzsand), Borosilikatglasgranulat, expandierter Perlit, getemperter Perlit (schmelzen oder erweichen im Bereich der Quarzsprungtemperatur).

[0044] Bekannt sind außerdem organisch beschichtete Kernsande. Man nennt dieses Verfahren Croning-Verfahren. Dabei wird der Sand mit einer (sehr dicken) Schicht organischen Materials beschichtet. Hintergrund dieser Idee ist der Verzicht auf Bindemittel. Der Kernsand wird in Form gebracht und erwärmt. Dabei sintern die dicken Schichten aus organischem Material unter Bildung von Bindemittelbrücken zwischen den Körnern und geben der Form die benötigte Festigkeit. Es wird der gesamte Formsand beschichtet. Beim Guss verbrennt dann die organische Komponente. Bei derartigen Systemen ist weder eine Schmelzpunkterniedrigung zu erwarten noch bekannt.

[0045] All diese Lösungen haben allerdings die Nachteile aller anderen Additive zur Vermeidung von Blattrippen. Und zwar tritt die Wirkung nur punktförmig an den Kontaktstellen zwischen Sand und Additiv auf. Ferner ist von einem höheren Bindemittelverbrauch bzw. einer geringeren Grünfestigkeit auszugehen. Außerdem sind die Additive schwierig zu dosieren bzw. es besteht die Gefahr des Verschmelzens von Sand mit dem Additiv, wodurch das Additiv in den Sandkreislauf geht.

[0046] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Möglichkeit bereitzustellen, die diese Nachteile nicht aufweist.

[0047] Überraschend hat sich herausgestellt, dass eine praktikable Lösung darin besteht, den Formsand, oder einen gewissen Anteil und/oder Kornband des Formsandes generell so zu beschichten, dass diese Schicht bei Temperaturen um den Quarzsprung erweicht oder schmilzt und somit die Umlagerung der Sandkörner erleichtert.

[0048] Ein Formsand im Sinn dieser Erfindung enthält bevorzugt einen Anteil Quarzsand. Dieser Quarzsandanteil liegt bevorzugt > 2 Gew.-%, bevorzugt > 50 Gew.-% und besonders bevorzugt > 70 Gew.-%.

[0049] Unter Kornband sind Körner bestimmter Korngrößen (bzw. eines Korngrößenbereichs) zu verstehen. Der Begriff Korngröße beschreibt die Größe einzelner Partikel (auch Körner genannt), also zum Beispiel Sandpartikel oder Quarzsandkörner. Bei Partikeln, die in unterschiedlichsten Formen vorliegen, wird statt des Durchmessers wie bei sphärischen Partikeln stattdessen ein Äquivalentdurchmesser verwendet. Das bedeutet, dass eine andere messbare Eigenschaft bestimmt wird und die Messwerte auf gleich große (äquivalente) Kugeln bezogen werden.

[0050] Aus der Glaschemie ist bekannt, dass 3 - 5-wertige Elemente als Netzwerkbildner fungieren, wohingegen 1 und 2 wertige Elemente als Netzwerkwandler fungieren, die den Schmelzpunkt erniedrigen:

[0051] So liegt der Schmelzpunkt von reinem Quarz bei 1710°C (sehr hoch-viskose Schmelze), handelsübliches Kalknatronglas mit der Zusammensetzung 75 % SiO_2, 15 % Na_2O, 10 % CaO wird zwischen 780 und 1000°C verarbeitet und bei bis zu 1400°C geschmolzen (Läuterbereich, sehr dünnflüssige Schmelze). Ein exakter Schmelzpunkt kann bei Gläsern nicht angegeben werden, sondern nur ein Schmelzbereich, da das Glas eine unterkühlte Flüssigkeit ist und die Viskosität sich in Abhängigkeit von der Temperatur um mehrere Zehnerpotenzen verringert.

[0052] Grundsätzlich kann man aber Verarbeitungsbereiche gewissen Viskositäten und Temperaturen zuordnen. Bei der sogenannten Transformationstemperatur oder Glasübergangstemperatur Tg des Glases ist das Glas bereits eine hochviskose Flüssigkeit, die keine Scherspannungen mehr abtragen kann und verformbar ist, was zum Beispiel beim Biegen von Glas für Fahrzeugscheiben ausgenutzt wird. Bei Kalk-Natron-Glas liegt der Wert für die Tg bei ca. 600°C und damit also schon im Bereich des Quarzsprungs.

[0053] Die am niedrigsten schmelzenden Gläser werden als Alkali-Metasilikatgläser bezeichnet, wobei die Alkalien technisch Lithium (Li), Natrium (Na), und Kalium (K) sind. Die Viskositätserniedrigung bei Temperaturerhöhung nimmt von Li über Na zu K hin ab. Die Schmelztemperaturen steigen von Li über Na zu K. Ein Richtwert für den Schmelzbereich von Natriummetasilikat ist 1080 °C. Somit liegt auch die Transformationstemperatur dieser Gläser deutlich unter den 600°C des Kalknatronglases. Somit ist bereits beim Erreichen der Quarzsprungtemperatur eine Glasschicht auf dem Sandkorn, welche die Umpositionierung von Körnern gegeneinander begünstigt.

[0054] Alkali-Metasilikatgläser werden oft als sogenannte "Wassergläser" bezeichnet und vertrieben und vorrangig als Bindemittel verwendet. Wassergläser kommen dabei als wässrige Lösungen von 30 - 70 % Feststoffanteil in den Markt. Das exakte Verhältnis von Alkalien zu SiO_2 (Modul) variiert je nach Einsatzbereich, ebenso wie die Dotierung mit anderen Komponenten.

[0055] Eine Alternative zu den Wassergläsern sind Phosphatgläser, Boratgläser und für bestimmte Einsatzgebiete auch Chalkogenidgläser. Auch diese können teilweise als wässrige Lösungen bezogen werden und werden ebenfalls als Bindemittel eingesetzt. Da die Bindung zwischen Phosphor und Sauerstoff schwächer ist als bei Silikaten, haben Gläser, die mit Phosphor als Netzwerkbildner aufgebaut sind, auch ohne Alkalien bereits einen niedrigen Schmelzpunkt und Transformationspunkt und durch die Abwesenheit von Alkalien einen niedrigeren pH-Wert als Bindemittel auf Wasserglasbasis.

[0056] Auch die Mischung aus beiden Bindersystemen ist bekannt. Besonders geeignet sind demnach Alkaliwassergläser, Phosphatgläser oder Mischungen daraus oder Mischungen aus schmelzpunktreduzierenden Materialien, die mit diesen Bindemitteln auf dem Korn gebunden sind.

[0057] Die Aufgabe der Erfindung wird also gelöst durch eine Gießform und/oder einen Gießformkern aus Formsand für Metallguss, wobei eine erste Schicht auf der Oberfläche von Formsandkörnern des Formsandes angeordnet ist, wobei die erste Schicht ausgehärtet ist und aus Alkali-Wasserglas und/oder Phosphatglas und/oder Boratglas und optional einem oder mehreren zusätzlichen Additiven besteht. Wie sich aus dem obigen Hinweis auf die Eignung des Formsandes zur Verwendung als Formsand für eine Gießform und/oder einen Gießformkern ergibt, kann ein derartiger Formsand als Formsand für die Hülle einer Gießereiform oder auch als sogenannter "Kernsand" (also für einen Gießformkern) genutzt werden. Im Folgenden soll daher bei der Verwendung des Begriffes Formsand immer auch "Kernsand" von dieser Formulierung eingeschlossen sein. Insbesondere bietet sich die Verwendung eines solchen beschichteten Formsandes für Gießformkerne an, jedoch kann es auch vorteilhaft sein (z.B. geometrisch aufwändigere) Hüllen einer Gießereiform (zumindest teilweise) aus einem solchen beschichteten Formsand herzustellen. Insbesondere das Recycling des Kernsandes und die anschließende Verwendung als Formsand für Hüllen einer Gießereiform bietet sich an, wodurch ebenfalls beschichteter Kernsand in den Formsand für Hüllen einer Gießereiform gelangt.

[0058] Eine "ausgehärtete" Schicht ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Verfahrensschritt durchlaufen hat, der insbesondere zur Veränderung ihrer chemischphysikalischen Eigenschaften unterstützt durch Hitze und/oder Katalysatoren, mit oder ohne Druck, dient, und sich demzufolge ihre physikalisch-chemischen Eigenschaften nicht mehr ändern. Geeignete Verfahrensschritte zum Ausbilden einer ausgehärteten Schicht werden weiter unten beschrieben.

[0059] Wasserglasbasierende Binder sind bei der Herstellung von Kernformen bekannt. Dabei wird der Formsand mit Wasserglas vermischt und das flüssige Wasserglas entweder durch Temperaturerhöhung oder Begasen mit Kohlendioxid zur Polymerisation gebracht. Dadurch entstehen Bindemittelbrücken aus festem Alkali-Metasilikat zwischen allen Sandkörnern des Formsandes. Diese Art der Bindung wird aber nur in sehr geringem Maße verwendet, da die Aushärtung des Wasserglases entweder sehr lange dauert, oder aber mit hohem Energieaufwand verbunden ist. Ein weiterer Nachteil ist die Tatsache, dass der Kernzerfall nach dem Guss schlecht ist. Die Bindemittelbrücken aus Wasserglas bleiben nach dem Guss erhalten und zersetzen sich nicht wie die organischen Bindemittel (Coldbox-Furanharz, Croning-Sand) sondern können sich bei den Temperaturen des Gusses sogar noch verfestigen. Das Entformen des Kernsandes nach dem Guss ist mit hohem Aufwand verbunden. Grade diese Verfestigung der Kornbindung beim Guss ist der Grund, warum derartigen Bindemittesystemen ein positiver Einfluss auf die Blattrippenbildung zugeschrieben wird.

[0060] Bevorzugt wird ein Sand mit 5 Gew-% oder weniger Wasserglas, bevorzugt unter 2 Gew.-% Wasserglas, besonders bevorzugt unter 1,5 Gew.-% Wasserglas, weiter bevorzugt unter 1 Gew.-% Wasserglas beschichtet. Diese Anteile beziehen sich auf den nassen Sand vor einem Aushärteprozess, also auf eine zum Beschichten verwendete wässrige Lösung des Wasserglases. Höhere Anteile an Wasserglas führen dazu, dass der Sand im nassen Zustand zu klumpen anfängt. Soweit nicht anders angegeben beziehen sich alle Prozentangaben (auch zuvor genannte) auf Gewichtsprozent (Gew.-%). Im Zusammenhang mit wässrigen Lösungen wie sie z.B. für Wasserglas verbreitet sind, ergibt sich die Problematik, dass diese üblicherweise als 30 - 70 %-ige Lösungen angeboten werden. Nach dem Brennen bzw. Trocknen reduziert sich das Gewicht des auf dem Sand gebundenen Alkalisilikats dementsprechend. Die oben genannten Mengenangaben beziehen sich auf den Anteil der aufgebrachten Menge der Wasserglaslösung.

[0061] Wie oben beschrieben sind Phosphatgläser oder Boratgläser mögliche Alternativen zu Wassergläsern (Alkali-Metasilikatgläsern). Bevorzugt kann daher ein Anteil des Wasserglases durch einen entsprechenden Anteil eines Phosphatglases oder eines anderen alternativen Glases mit ähnlichen Eigenschaften (z.B. eines Boratglases) oder auch Mischungen daraus ersetzt werden. Chalkogenidgläser können als Additive eingesetzt werden. Bevorzugt kann der oben genannte Wasserglasanteil daher auch vollständig oder teilweise durch derartige Alternativen ersetzt werden. Dementsprechend sind auch Mischungen aus Wasserglas (oder Wassergläsern mit verschiedenen Alkalimetallen) mit einer oder mehreren der oben genannten Alternativen möglich.

[0062] Eine wässrige (Wasserglas-) Lösung ist natürlich hervorragend dazu geeignet, dünne Schichten auf körnigem Material zu erzeugen, also zum Beispiel dünne (Wasserglas-) Schichten auf Formsandkörnern. Dies kann durch mechanisches Mischen der wässrigen Lösung mit dem körnigen Material erfolgen oder durch Besprühen z.B. in einer Wirbelschicht.

[0063] Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass die erste Schicht eine mittlere Schichtdicke von 0,01 - 50 μm, bevorzugt 0,1 - 20 μm, weiter bevorzugt 0,5 - 10 μm, besonders bevorzugt 1 - 5 μm

aufweist.

[0064] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass das Wasserglas mindestens eines aus Natronwasserglas, Kaliumwasserglas oder Lithiumwasserglas ist.

[0065] Außerdem ist, wie oben erwähnt, eine Ausführungsform bevorzugt, in der ein zusätzliches Additiv in der Beschichtung vorliegt. Dabei ist bevorzugt, dass das mindestens eine Additiv ausgewählt ist aus einer Gruppe, die Alkalien, bevorzugt Alkalisalze, Alkalioxide, Alkalihydroxide, besonders bevorzugt Soda und/oder kaustisches Soda, Erdalkalien, bevorzugt Erdalkalisalze, Erdalkalioxide, Erdalkalihydroxide, Fluoride, bevorzugt Kryolith, Borate, Chalkogenidglas, Eisenoxid, Spodumen, eisenhaltige Silikate, viskositätserniedrigende Feststoffe und Kombinationen davon umfasst.

[0066] Das Beschichtungsmaterial wird bevorzugt bei Temperaturen von 0 - 1400 °C, bevorzugt 0-1000°C, besonders bevorzugt 0 - 300°C auf den Trägerpartikeln fixiert. Das Fixieren kann dabei (bei geringeren Temperaturen) durch Entfernen des Lösungsmittels, Polymerisation oder (bei höheren Temperaturen) durch Einbrennen in die Oberfläche der Trägerpartikeln erfolgen. Alternativ zu dem oben als besonders bevorzugt angegebenen Temperaturbereich von 0 - 300°C ist daher ein weiterer Temperaturbereich besonders bevorzugt, nämlich ein Temperaturbereich von 500 - 700 °C, besonders bevorzugt bei etwa 600°C, da dieser Temperaturbereich je nach Trägermaterial oberhalb der Temperatur des Quarzsprungs liegt. Wie oben erwähnt, erfolgt je nach Temperaturbereich eine unterschiedliche Fixierung des Beschichtungsmaterials. Im letzteren bevorzugten Bereich von 500 - 700°C erfolgt eine Kondensationsreaktion und es bildet sich unter Abspaltung von Wasser eine mechanisch belastbare Glasschicht auf dem Substrat.

[0067] Bei diesen und noch höheren Temperaturen liegt eine sehr starke Haftung der Beschichtung auf dem Formsand (z.B. Quarzkorn) vor, da die Grenzfläche Formsand (z.B. Quarzkorn)/Wasserglas (z.B. beim Brennen) bereits ebenfalls durch die Alkalien angeschmolzen wird und eine feste Verbindung von Schicht und Formsandkorn (z.B. Quarzkorn) entsteht.

[0068] Die Schicht weist bevorzugt schmelzpunkterniedrigende Eigenschaften auf.

[0069] Weiter bevorzugt kann die Beschichtung zusätzlich zu dem Bindemittel (z.B. Wasserglas) auch ein Additiv enthalten. Bei einem Additiv im Beschichtungsmaterial handelt es sich bevorzugt um ein Additiv, das ausgewählt ist aus einer Gruppe, die Pigmente, Alkalielemente, Alkalisalze (enthaltend Alkaliionen), Alkaliverbindungen und Fluorid enthält. Insbesondere sind Zusätze von Alkalielementen, -salzen und/oder -Verbindungen zur Schmelzpunkterniedrigung des Trägerpartikelmaterials (der Formsandkörner) geeignet. Durch derartige Zusätze (z.B. Soda, kaustischem Soda (und/oder deren Li- und/oder K-Äquivalente), anderen Alkali-oder Erdalkalisalzen und/oder -Oxiden) ist es möglich, dass bei höheren Temperaturen, wenn die Oberfläche der Trägerpartikel eine erhöhte Viskosität aufweist, diese in die Trägerpartikeloberfläche hineindiffundieren und so Schichten eines vergleichsweise viskosen Materials bilden, das das Ab- bzw. Entlanggleiten sich kontaktierender Körner aneinander begünstigt. So kann durch eine solche Beschichtung erreicht werden, dass die Wasserglasschicht nicht oder nicht vollständig auf die Trägerpartikel aufgebracht werden muss, sondern die Oberfläche der (oder einiger) Trägerpartikel selbst in ein Glas umgewandelt bzw. in einen glasartigen Zustand überführt wird. Diese Umwandlung kann beim Gießen oder durch vorherige (Temperatur-) Behandlung erfolgen.

[0070] Weiterhin ist bevorzugt, dass auf allen, einer Auswahl (z.B. einem Kornband) oder einem Anteil der Formsandpartikel eine oder mehrere zusätzliche Schichten aufgebracht werden können, bzw. diese Formsandpartikel eine oder mehrere zusätzliche Schichten aufweisen. Eine derartige zusätzliche Schicht könnte beispielsweise der Hydrophobierung der Formsandpartikel dienen.

[0071] Bevorzugt weist lediglich ein Teil des Formsandes mindestens eine wie oben beschriebene Beschichtung auf. Besonders bevorzugt ist lediglich ein ausgewähltes Kornband (also eine Auswahl von Partikeln ausgewählter Partikelgrößen bzw. Äquivalenzgrößen oder Äquivalenzdurchmessern) oberflächenbeschichtet. Besonders bevorzugt handelt es sich bei dem beschichteten Kornband um eines der Kornbänder mit großen Partikelgrößen. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Partikel eines oberen (also größeren) Konbandes oberflächenbeschichtet, das die bevorzugt größten 50 %, bevorzugt größten 30 %, weiter bevorzugt die größten 15 % und besonders bevorzugt die größten 5 % der Partikel umfasst. Es sind jedoch auch Formsande möglich, bei denen die größte Partikelfraktion nicht oberflächenbeschichtet ist, sondern beispielsweise die Partikel eines Kornbandes oberflächenbeschichtet sind, das den Größenbereich von den größten 50 % - zu den größten 1 % der Partikel umfasst. Ein anderer bevorzugter Größenbereich beschichteter Partikel ist derjenige, der den Größenbereich von den größten 20 % - zu den größten 2 % der Partikel umfasst.

[0072] Die Beschichtung des Sandes wirkt bevorzugt selber nicht als Bindemittel. Insbesondere werden bevorzugt keine Bindungen zwischen Sandkörnern durch die Beschichtung hervorgerufen.

[0073] Bei dem erfindungsgemäßen System oder auch der erfindungsgemäßen Gießform und/ oder Gießformkern ist bevorzugt weiterhin die Beibehaltung bekannter organischer Bindemittelsysteme, z.B. dem Cold-Box-Verfahren mit den Vorteilen einer schnellen Aushärtung der Kernform und dem Zerfall der Bindung beim Guss durch thermische Zersetzung des Bindemittels vorgesehen bzw. möglich. Bevorzugt ist daher die Verwendung der erfindungsgemäßen Systeme mit bekannten organischen und anorganischen Bindemitteln oder in tonerdegebundenen (z.B. bentonitgebundenen) Stampfmassen.

[0074] Aus dem Stand der Technik ist kein Kernsand bekannt, der derartig mit einer schmelzpunkterniedrigenden

Schicht beschichtet ist. Insbesondere sind keine Systeme bekannt, die eine Schmelzpunkterniedrigung (bzw. Erweichung, wofür die Tg der Beschichtung entscheiden ist), bevorzugt oberhalb von 300° aber unterhalb 1400°C aufweisen. Besonders bevorzugt ist eine Beschichtung des Sandes mit einem Material, das selber in diesem Temperaturbereich erweicht, oder aber im Kontakt mit dem Kernsand eine Schicht bildet, die ab bzw. oberhalb von 300°C erweicht. Geeignete Beschichtungen sind z.B. Beschichtungen von Sand mit Soda, Kaustischem Soda oder anderem Alkaliträger oder das Brennen von Sand mit derartigen Beschichtungen zu Erzeugung einer Glasschicht auf dem Korn. Besonders bevorzugt sind Beschichtungen aus anorganischen Glasmischungen mit einem Tg kleiner oder gleich 1400°C, besonders bevorzugt kleiner oder gleich der Quarzsprungtemperatur.

[0075] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sieht demnach vor, dass die Glasübergangstemperatur der ersten Schicht maximal 1400°C beträgt und besonders bevorzugt unterhalb der Quarzsprungtemperatur von 573°C liegt.

[0076] Bei der Beschichtung von Formsand wird je nach Korngröße, Kornoberfläche und Einsatzbereich zwischen 0,1 - 5% Wasserglas-Lösung bezogen auf das Gewicht des Sandes eingesetzt. Bevorzugt weist ein Kernsand 2 - 20% (Gew.-%) beschichteten Sand im Kernsand auf. Bevorzugt beträgt der Anteil an ausgehärtetem Wasserglas ca. 0,045 - 5 % (Gew.-%), bevorzugt weniger als 2 %, besonders bevorzugt weniger als 1%, besonders bevorzugt weniger als 0,5% bezogen auf die Gesamtmasse des Formsandes.

[0077] Die Gesamtmasse des Formsandes beschreibt hier die Masse aller Formsandkörner, die Teil der Gießform und/ oder des Gießformkerns sind.

[0078] Es ist also gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform vorteilhaft, wenn die erste Schicht aus Wasserglas besteht und eine in der ersten Schicht gebundene Gesamtmasse (mwb) des Wasserglases (7) maximal 0,045 - 5 Gew.-%, bevorzugt weniger als 2 Gew.-%, besonders bevorzugt weniger als 1 Gew.-%, weiter bevorzugt weniger als 0,5 Gew.-% der Gesamtmasse (mQ) des Formsandes (4) beträgt.

[0079] Beschichtet werden können alle kornförmigen Materialien und Materialmischungen die sich für das Gießen von Metallen eignen, besonders bevorzugt ist jedoch Quarzsand.

[0080] Die Korngrößen des Gießereisandes liegen je nach Anwendung und Hersteller zwischen 50 μm - 2000 μm Durchmesser, bevorzugt zwischen 100 und 500 μm Durchmesser.

[0081] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sieht demnach vor, dass die Korngröße des Formsandes zwischen 50 μm und 2000 μm, bevorzugt zwischen 63 und 500 μm liegt.

[0082] Beschichtet werden kann das gesamte Kornspektrum des Gießereisandes (also 100%). Bevorzugt wird 1 - 25% (Gewichts-%) besonders bevorzugt 2 - 20 %, weiter bevorzugt 5-15 % des gesamten Gewichts des Formsandes beschichtet. Dieser Anteil wird bevorzugt aus dem gröberen Anteil des Formsandes entnommen und beschichtet. Bevorzugt wird erst anschließend das gröbere beschichtete Kornspektrum mit dem restlichen (unbeschichteten) Sand gemischt.

[0083] Demnach ist es gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform vorteilhaft, wenn sich der Formsand aus einem ersten beschichteten und einem zweiten unbeschichteten Anteil zusammensetzt, wobei die Masse des beschichteten Anteils des Formsandes 1 bis 25 Gew.-%, bevorzugt 2 bis 20 Gew.-%, besonders bevorzugt 5 bis 15 Gew.-% der Gesamtmasse des Formsandes beträgt.

[0084] Weiterhin ist es gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform vorteilhaft, wenn die Korngröße des ersten Anteils des Formsandes größer ist als die Korngröße des zweiten Anteils des Formsandes.

[0085] Der Sand kann entweder vorgemischt mit einem beschichteten und einem unbeschichteten Anteil als Kernsand verwendet werden, oder aber der beschichtete Sandanteil kann nachträglich als Additiv einem unbeschichteten Sandanteil hinzugefügt werden, so dass sich die gewünschte Korngrößenverteilung (KGV) des Gießereisandes nach dem Beifügen des beschichteten Sandes ergibt.

[0086] Der Sand kann bevorzugt durch Mischen mit der schmelzpunkterniedrigenden Substanz, durch Tauchen oder Besprühen beschichtet werden. Die Aushärtung kann bevorzugt durch Trocknen, Brennen oder andere Mechanismen der Fixierung (z.B. Begasen bei Wasserglas) erfolgen.

[0087] Das Beschichtungsmaterial kann auch dazu verwendet werden, weitere Additive auf dem Sandkorn zu binden.

[0088] Optional ist es möglich, das beschichtete Sandkorn nach dessen Herstellung mit einer weiteren Beschichtung zu hydrophobieren, um damit eine bessere Bindung des Korns mit einem organischen Bindemittel zu erzielen, um beispielsweise eine höhere Grünfestigkeit zu erreichen. Es werden gelegentlich Siloxane dem organischen Bindemittel zugesetzt.

[0089] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht demnach vor, dass auf der Oberfläche der ersten Schicht eine zweite hydrophobe Schicht angeordnet ist.

[0090] Der beschichtete Sand kann nach dem Guss weiterverwertet und bevorzugt in den normalen Sandkreislauf geführt und entsprechend aufbereitet oder aber separat nach Aufbereitung wiederverwendet werden.

[0091] Aus dem Stand der Technik ist nicht bekannt, dass aufbereiteter Sand nach dessen Verwendung als Gussform unter Verwendung anorganischer Bindemittel einen positiven Effekt auf die Blattrippenbildung hätte. Dies wird u.a. auf die inhomogen auf der Oberfläche der Sandpartikel verteilten Reste des anorganischen Bindemittels, die Verteilung der

Reste über alle Kornfraktionen (Partikelgrößen) oder auf die Tatsache, dass der Sand bereits einmal durch den Quarzsprung gegangen ist, zurückgeführt. In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung liegt der Sand daher in einer Modifikation vor, die noch nicht einem Quarzsprung unterzogen wurde.

[0092] Bevorzugt weist ein Kernsand 10 - 15% (Gew.-%) beschichteten Sand im Kernsand auf. Bevorzugt beträgt der Anteil an ausgehärtetem Wasserglas ca. 0,045 - 5 Gew.-%, bevorzugt weniger als 2 Gew.-%, besonders bevorzugt weniger als 1 Gew.-%, weiter bevorzugt weniger als 0,5 Gew.-% der Gesamtmasse des Formkörpers.

[0093] Die Aufgabe wird wie oben beschrieben auch durch ein Verfahren zur Herstellung einer für eine Gießform und/oder einen Gießformkern nach Anspruch 1 geeigneten Formsandmischung gelöst, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

a) Aufbringen einer ersten Schicht aus Wasserglas und/oder Phosphatglas in Form einer wässrigen Lösung auf die Oberfläche eines ersten Anteils der für die Gießform und/oder den Gießformkerns verwendeten Formsandkörner mittels Mischen, Tauchen oder Besprühen, insbesondere in einer Wirbelschichtanlage,

b) Aushärten der ersten Schicht durch Trocknen, Brennen oder Begasen des beschichteten ersten Anteils, sowie

c) Mischen des ersten beschichteten Anteils mit einem unbeschichteten zweiten Anteil der für die Gießform und/oder den Gießformkerns verwendeten Formsandkörner, wobei die Korngröße des ersten Anteils größer ist als die des zweiten Anteils.

[0094] Bei der Beschichtung von Formsand wird je nach Korngröße, Kornoberfläche und Einsatzbereich zwischen 0,1 - 5% Wasserglas-Lösung bezogen auf das Gewicht des Sandes eingesetzt. Bevorzugt wird der Sand mit 5 Gew-% oder weniger Wasserglas, bevorzugt unter 2 Gew.-% Wasserglas, besonders bevorzugt unter 1,5 Gew.-% Wasserglas, weiter bevorzugt unter 1 Gew.-% Wasserglas beschichtet.

[0095] Bezogen auf das Gewicht des beschichteten Materials werden bevorzugt zwischen 0,5 - 10 % als Beschichtungsmaterial einer Mischung einer wässrigen Lösung aus Wasserglas und/oder Phosphatglas und/oder Boratglas zugefügt. Besonders bevorzugt werden bezogen auf das Gewicht des beschichteten Materials zwischen 1 - 5 %, weiter bevorzugt 1-2 % des Beschichtungsmaterials aufgebracht. Dadurch wird ausgeschlossen, dass die Beschichtung der Körner mit Wasserglas alleine schon eine feste Bindung des Kernsandes aufbaut, wie dies bei der bekannten Verwendung von Wasserglas als Bindemittel bekannt ist.

[0096] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sieht demnach vor, dass die für das Aufbringen der ersten Schicht verwendete Masse der wässrigen Lösung des Wasserglases zwischen 0,15 und 5 Gew.-%, bevorzugt weniger als 2 Gew.-%, besonders bevorzugt weniger als 1,5 Gew.-%, weiter bevorzugt weniger als 1 Gew.-% der Masse des beschichteten Formsandes beträgt oder die für das Aufbringen der ersten Schicht verwendete Masse der wässrigen Lösung des Wasserglases und des Phosphatglases und/oder Boratglas zwischen 0,15 und 10 Gew.-%, bevorzugt zwischen 1 und 5 Gew.-%, besonders bevorzugt zwischen 1 und 2 Gew.-% der Masse des ersten Anteils des Formsandes beträgt.

[0097] Weiterhin ist ein Verfahren zur Herstellung eines für eine Gießform und/oder Gießformkern geeigneten Formsandes, Gegenstand der vorliegenden Erfindung, bei dem ein zur Schmelzpunkterniedrigung des Materials der Formsandkörner geeignetes Material und/oder ein Alkali-Wasserglas und/oder Phosphatglas und/oder ein zusätzliches Bindemittel auf eine Oberfläche von Formsandkörnern aufgebracht wird und anschließend durch thermische Behandlung die Oberfläche der Formsandkörner oder einer Auswahl der Formsandkörner zumindest teilweise in ein Glas umgewandelt oder in einen glasartigen Zustand überführt wird.

Beispiele

[0098] Für die beschriebenen beispielhaften Versuche wurde ein handelsüblicher Formsand, der auch in einer Hütte als Standardprodukt verwendet wird, bezogen (siehe KGV in Fig. 6).

[0099] Aus diesem Sand wurde durch Siebung die Kornfraktion > 0,355 mm abgetrennt. Der Sand größer 0,355 mm wurde nachfolgend mit Natriumwasserglas-Lösung (2 Gew-% bezogen auf die Masse des Sandes) in einem Mischaggregat beschichtet und nachfolgend ca. 20 Minuten bei 600°C gebrannt. Eine Charge wurde zusätzlich zur Beschichtung mit Wasserglas auch mit 2 Gew.-% Hämatitpulver, wie es üblicherweise in Kernformen verwendet wird, beschichtet. Auch diese Charge wurde bei 600°C gebrannt.

[0100] Nachfolgend wurde die KGV des ursprünglichen Formsandes wieder hergestellt, indem jeweils 5, 10 und 15 Gew.-% des beschichteten Sandes bezogen auf die Gesamtmenge dem vorher abgesiebten Sand < 0,355 mm zugefügt wurden und der Rest mit unbeschichtetem Sand > 0,355 mm aufgefüllt wurde.

[0101] Die grobe Körnung des Formsandes wurde aus vier Gründen gewählt: Zum einen ist das Oberflächen-zu-Masse-Verhältnis dieser KGV deutlich günstiger in Bezug auf den Einsatz des Wasserglases, zum anderen ist davon

auszugehen, dass im Formsand die beschichteten größeren Körner immer im Kontakt zu kleineren unbeschichteten Körnern stehen und somit die "Gleitwirkung" der Glasbeschichtung immer zum Tragen kommt, und letztlich um zu vermeiden, dass zu viele beschichtete Körner Kontakt zueinander haben, was zu einem Verbacken des Formsandes führen könnte. Bei einem solchen "Verbacken" des Formsandes würde die Oberflächenbeschichtung als Bindemittel fungieren, was ausdrücklich nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist und dem Erfindungsgedanken entgegensteht. Zudem ist die Volumenveränderung beim Quarzsprung oder Kornsprung bei den größten Körnern ebenfalls am größten. Somit werden sich die kleineren Körner im Kontakt mit dem großen Korn leichter umlagern.

Beispiel 2

[0102] Es wurden jeweils 40 kg der Mischungen aus 5, 10 und 15 Gew.-% des beschichteten Sandes mit reiner Wasserglasbeschichtung und Wasserglas + Hämatitpulver hergestellt. Geprüft wurde die Verdichtung dieser Mischungen im Vergleich zu dem unbehandelten Kernsand mit 1 % organischem Additiv. Als Ergebnis konnte kein Unterschied festgestellt werden. Untersuchungen der Grünfestigkeit ebenfalls im Vergleich zu einem unbehandelten Formsand zeigte ebenfalls keinen Unterschied.

[0103] Für die Gussversuche wurden drei identische Kernformen in einer Kernschussmaschine hergestellt: Probe 1 bestand aus der Kernsandmischung mit Additiv, wie sie in der Produktion verwendet wird; Probe 2 enthielt 15 Gew.-% des wasserglasbeschichteten Sandes, aber kein Additiv; Probe 3 enthielt 15 Gew.-% des wasserglasbeschichteten Sandes mit Hämatit, aber kein Additiv.

[0104] Die Proben wurden in der normalen Produktion gegossen: Beim Kernzerfall wurde zwischen den drei Proben kein Unterschied festgestellt. Die bei beiden wasserglasbeschichten Formsandkörpern war identisch. Gegenüber der konventionellen Probe konnte die Blattrippenbildung allerdings um etwa 50 % verringert werden.

[0105] Die Tatsache, dass es keinen Unterschied bei der Blattrippenbildung bei beiden wasserglasbeschichteten Proben gab, kann man als Beweis für die Annahme sehen, dass die Beimengung von Eisenoxid erst bei sehr viel höheren Temperaturen einen positiven Einfluss hat. Die Ursprünge der Blattrippenbildung, Risse in der Kernsandform, treten bereits bei deutlich niedrigeren Temperaturen auf. In diesem Temperaturbereich um die 600°C ist das Wasserglas bereits wirksam und erleichtert die Umlagerung der Sandkörner, verhindert dabei den Aufbau von Spannungsspitzen in der Kernform und reduziert damit die Riss- und Blattrippenbildung.

[0106] Weitere Vorteile, Ziele und Eigenschaften vorliegender Erfindung werden anhand anliegender Zeichnung und nachfolgender Beschreibung erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 Blattrippen in einem Gussstück;

Figur 2 Neigung zur Blattrippenbildung in Abhängigkeit vom Bindemittel;

Figur 3 Vergleich des Ausdehnungsverhaltens verschiedener Materialien in Abhängigkeit von der Temperatur;

Figuren 4a und 4b schematisch die Wechselwirkung zwischen Additiv und Formsandkorn;

Figur 5 Energiebilanz bei der instabilen Rissausbreitung;

Figur 6 Korngrößenverteilung des für die Versuche verwendeten Formsandes;

Figur 7 schematisch eine Gießform mit Gießformkern;

Figur 8 schematisch einen Ausschnitt aus einer Korngrößenverteilung von Formsandkörnern;

Figur 9 schematisch ein Formsandkorn mit erster und zweiter Schicht;

Fig. 10 exemplarisch ein Formsandkorn, auf dessen Oberfläche eine erste Schicht angeordnet ist.

[0107] Der am häufigsten auftretende Gussfehler bei Hohlformen mit Sandkernen, die sogenannten Blattrippen, ist beispielhaft in der Fig. 1 dargestellt.

[0108] Die Neigung zur Blattrippenbildung f in Abhängigkeit von dem Bindemittel ist in Fig. 2 dargestellt. Dabei steigt die Blattrippenbildung f von Wasserglasbinder c1, Phenolharzbinder-Novolaktyp (Maskenformstoff) c2, Ölbinder c3, Urethanbinder (Ashland Cold-Box) c4, Urethanbinder (Pep-Set) c5, Phenolharzbinder-Resoltyp (Hot-Box) c6 zu Furanharzbinder (Kaltharzverfahren) c7 an.

[0109] Ein Vergleich des Ausdehnungsverhaltens $\varepsilon(T)$ verschiedener Materialien bezüglich der Dehnung ε in Abhängigkeit von der Temperatur T ist in der ebenfalls dem Gießereilexikon entnommenen Fig. 3 dargestellt. Dabei zeigen die Graphen das Ausdehnungsverhalten b1 von Quarzsand, b2 von Feldspat, b3 von Chromitsand, b4 von Andalusit, b5 von Schamotte, b6 von Cerabeads und b7 von Zirkonsand. Deutlich ist, dass Quarzsand unter allen anderen gezeigten Materialien bei allen gezeigten Temperaturen T die höchste Dehnung ε aufweist.

[0110] Fig. 4a und Fig. 4b zeigen schematisch mögliche Wechselwirkungen zwischen einem Additiv 12 und den Quarzsandkörnern 5, wobei das Additiv 12 eingesetzt wird, die Volumenzunahme des Quarzsandes bzw. der Quarzsandkörner 5 beim Gießen auszugleichen, indem es beim Guss verbrennen soll. Das Additiv 12 kann nur wirken, wenn es sich entweder in den Bindemittelbrücken zwischen den Quarzsandkörnern 5 oder Sandpartikeln befindet (Fig. 4a), oder aber größer ist als das mittlere Porenvolumen der Sandmischung aus Quarzsandkörnern 5 (Fig. 4b).

[0111] In Fig. 5 ist die Energiebilanz bei der instabilen Rissausbreitung dargestellt, wobei die Energie E über die Risslänge a aufgetragen ist. Die Graphen zeigen die Oberflächenenergie g1, die elastische Verzerrungsenergie g2 und die Gesamtenergie g3.

[0112] Die Korngrößenverteilung eines handelsüblichen Quarzsandes 4 als Formsand zeigt Fig. 6. Hier ist die Siebgröße y und die Masse my pro Sieb gezeigt. Die der Siebgröße y zugeordneten Zahlen bedeuten jeweils, dass die Siebgröße y über dem angegebenen Zahlenwert liegt. Der Zahlenwert 0 stellt den Siebboden dar. Es ist also beispielsweise in der gezeigten Korngrößenverteilung insgesamt eine Masse der Quarzsandkörner 5 von 7,35g einer Korngröße von größer als 0,090 mm, aber kleiner oder gleich 0,125 mm zuzuordnen.

[0113] In Figur 7 ist ein Beispiel einer Gießform 1 mit Gießformkern 2 gezeigt, welche im vorliegenden Beispiel die Herstellung eines rechteckförmigen Werkstücks 3 mit abgerundeten Ecken ermöglichen. Es ist zu beachten, dass nur eine Hälfte der Gießform gezeigt ist. Weitere Elemente, die zum Gießen notwendig sind, wie zum Beispiel Anschnitte, Steiger, Speiser und Entlüftungen, sind hier nicht mit dargestellt. Es kann die Gießform 1 und/oder der Gießformkern 2 vollständig oder anteilig aus einem wie oben beschriebenen beschichtetem Formsand 4 bestehen.

[0114] Figur 8 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine Kornpackung K, wie sie zum Beispiel in einem Formsandkern oder Gießformkern 2 aus einem wie oben beschriebenen beschichtetem Formsand 4 vorliegt. Es ist zu beachten, dass diese Anordnung aus Gründen der Übersichtlichkeit zwar zweidimensional dargestellt ist, aber selbstverständlich dreidimensional vorliegt, das heißt, dass sich insbesondere von der Bildebene betrachtet vor und hinter den dargestellten Quarzkörnern 5 nicht dargestellte weitere Quarzkörner 5 befinden.

[0115] Der Formsand 4, dessen Kornpackung K in diesem Fall dargestellt ist, setzt sich aus den Formsandkörnern 5 zusammen und hat die Gesamtmasse mQ. In diesem Beispiel besteht er aus einem ersten Anteil 9 mit einer Masse mQ1 und einem zweiten Anteil 10 mit einer Masse mQ2.

[0116] Die in diesem Beispiel dargestellten Formsandkörner 5 können hinsichtlich ihrer Korngrößenverteilung zum Beispiel dem Quarzsand 4, der in Fig. 5 beschrieben wird, entsprechen.

[0117] Es sind Partikel oder auch Formsandkörner 5 in verschiedenen Korngrößen d1, d2, d3, d4, d5, d6 zu sehen, wobei die Formsandkörner 5 als ideale Kugeln dargestellt sind. Die Korngrößen d1, d2 sind dabei größer als die Korngrößen d3, d4, d5 und d6. Selbstverständlich ist davon auszugehen, dass weitere Korngrößen vorliegen, so dass die gezeigten Korngrößen d1 bis d6 nur einen exemplarischen Ausschnitt der Korngrößenverteilung zeigen.

[0118] Es ist zu sehen, dass bevorzugt auf der Oberfläche 5a des ersten Anteils 9 der Formsandkörner 5, in diesem Beispiel auf der Oberfläche der Formsandkörner 5 mit größeren Korngrößen d1, d2, eine erste Schicht 6 angeordnet ist, die bevorzugt aus Wasserglas 7 besteht. Sie kann aber auch aus einer Mischung aus Wasserglas 7 und Phosphatglas 15 bestehen. Dahingegen ist der zweite Anteil 10 der Formsandkörner 5 unbeschichtet. In diesem Beispiel wird der zweite Anteil 10 der Formsandkörner 5 durch die Formsandkörner 5 mit kleineren Korngrößen d3, d4, d5, d6 gebildet. Wie zu sehen ist, liegen beide Anteile 9, 10 vermischt vor.

[0119] Die erste Schicht 6 liegt ausgehärtet vor, wobei sich bezogen auf die Masse aller ersten Schichten 6 auf den Quarzkörnern 5 eine Gesamtmasse mWb ergibt, wenn eine reine Wasserglasbeschichtung vorliegt. Diese Schicht ist hier idealisiert bezüglich der Homogenität der Schichtdicke gezeigt.

[0120] Deutlich zu sehen ist die für den Gießvorgang idealerweise dichte Kornpackung, d.h. es gibt nahezu keinen Hohlraum 8, der nicht mit Formsandkörnern 5 ausgefüllt ist.

[0121] Weiterhin wird deutlich, dass jedes unbeschichtete Formsandkorn 5 in Kontakt mit einem beschichteten Formsandkorn 5 steht, so dass von einer optimalen Reibungsverminderung zwischen den Formsandkörnern 5 auszugehen ist. Dies resultiert nicht zuletzt durch die Auswahl der Korngrößen des ersten Anteils 9 und des zweiten Anteils 10.

[0122] Fig. 9 zeigt exemplarisch ein Formsandkorn 5, auf dessen Oberfläche 5a eine erste Schicht 6 mit einer Schichtdicke 13 angeordnet ist, die wie in Fig. 8 beschrieben, zum Beispiel aus Wasserglas 7 besteht. Die erste Schicht 6 liegt hier ausgehärtet vor. Zusätzlich dazu ist auf der Oberfläche 6a der ersten Schicht 6 eine zweite Schicht 11 mit einer Schichtdicke 14 angeordnet. Diese zweite Schicht 11 kann bevorzugt hydrophob sein.

[0123] Fig. 10 zeigt exemplarisch ein Formsandkorn 5, auf dessen Oberfläche 5a eine erste Schicht 6b angeordnet ist, die analog zur ersten Schicht 6 wie in Fig. 8 beschrieben, zum Beispiel aus Wasserglas 7 besteht. Im Gegensatz zur ersten Schicht 6 gemäß Fig. 8 und Fig. 9 ist diese erste Schicht 6b jedoch noch nicht ausgehärtet, sondern liegt in

Form einer wässrigen Lösung 7b, zum Beispiel aus Wasserglas 7, vor. Neben diesem einen gezeigten Formsandkorn 5 können selbstverständlich mehrere Formsandkörner 5 vorliegen, die mit einer ersten Schicht 6b in Form der wässrigen Lösung 7b vorliegen. Bezogen auf die Masse aller ersten Schichten 6b in Form der wässrigen Lösung 7b auf den Quarzkörnern 5 ergibt sich eine Gesamtmasse mWa bei reinem Wasserglas 7.

[0124] Sämtliche in den Anmeldungsunterlagen offenbarten Merkmale werden als erfindungswesentlich beansprucht, sofern sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Bezugszeichenliste

[0125]

1	Gießform
2	Gießformkern
3	Werkstück
4	Formsand
5	Formsandkorn
5a	Oberfläche
6	erste Schicht, ausgehärtet
6a	Oberfläche
6b	erste Schicht, nicht ausgehärtet
6c	erste Schicht, nicht ausgehärtet, Wasserglas und Phosphatglas
7	Wasserglas
7b	wässrige Lösung
8	Hohlraum
9	erster Anteil
10	zweiter Anteil
11	zweite Schicht
12	Additiv
13	Schichtdicke
14	Schichtdicke
15	Phosphatglas
16	wässrige Lösung
a	Risslänge
E	Energie
ε	Dehnung
b1-b7	Ausdehnungsverhalten, $\varepsilon(T)$
c1-c7	Binder
d1-d6	Korngröße
g1	Oberflächenenergie
g2	elastische Verzerrungsenergie
g3	Gesamtenergie
f	Blattrippenbildung
K	Kornpackung
mWa	Masse Wasserglas, nicht ausgehärtet
mWb	Masse Wasserglas, ausgehärtet
mQ	Gesamtmasse Formsand
mQ1	Masse erster Anteil
mQ2	Masse zweiter Anteil
my	Masse pro Sieb
T	Temperatur
T_g	Glasübergangstemperatur
y	Siebgröße

Patentansprüche

1. Gießform (1) und/ oder Gießformkern (2) aus Formsand (4) für Metallguss,
   dadurch gekennzeichnet, dass

eine erste Schicht (6) auf der Oberfläche (5a) von Formsandkörnern (5) des Formsandes (4) angeordnet ist, wobei die erste Schicht (6) ausgehärtet ist und aus Alkali-Wasserglas (7) und/oder Phosphatglas (15) und/oder Boratglas und optional einem oder mehreren zusätzlichen Additiven besteht.

2. Gießform (1) und/ oder Gießformkern (2) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Schicht eine mittlere Schichtdicke von 0,01 - 50 μm, bevorzugt 0,1 - 20 μm, weiter bevorzugt 0,5 -10 μm, besonders bevorzugt 1 - 5 μm aufweist.

3. Gießform (1) und/ oder Gießformkern (2) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das mindestens eine Additiv ausgewählt ist aus einer Gruppe, die Alkalien, bevorzugt Alkalisalze, Alkalioxide, Alkalihydroxide, besonders bevorzugt Soda und/oder kaustisches Soda, Erdalkalien, bevorzugt Erdalkalisalze, Erdalkalioxide, Erdalkalihydroxide, Fluoride, bevorzugt Kryolith, Borate, Chalkogenidglas, Eisenoxid, Spodumen, eisenhaltige Silikate, viskositätserniedrigende Feststoffe und Kombinationen davon umfasst.

4. Gießform (1) und/ oder Gießformkern (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Glasübergangstemperatur (Tg) der ersten Schicht (6) maximal 1400°C beträgt und besonders bevorzugt unterhalb der Quarzsprungtemperatur von 573°C liegt.

5. Gießform (1) und/ oder Gießformkern (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Schicht (6) aus Wasserglas (7) besteht und eine in der ersten Schicht (6) gebundene Gesamtmasse (mwb) des Wasserglases (7) maximal 0,045 - 5 Gew.-%, bevorzugt weniger als 2 Gew.-%, besonders bevorzugt weniger als 1 Gew.-%, weiter bevorzugt weniger als 0,5 Gew.-% der Gesamtmasse (mQ) des Formsandes (4) beträgt.

6. Gießform (1) und/ oder Gießformkern (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Korngröße (d1, d2, d3, d4, d5, d6) des Formsandes (4) zwischen 50 μm und 2000 μm, bevorzugt zwischen 63 und 500 μm liegt.

7. Gießform (1) und/ oder Gießformkern (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich der Formsand (4) aus einem ersten beschichteten (9) und einem zweiten unbeschichteten Anteil (10) zusammensetzt, wobei die Masse (mQ1) des ersten Anteils (9) des Formsandes (4) 1 bis 25 Gew.-%, bevorzugt 2 bis 20 Gew.-%, besonders bevorzugt 5 bis 15 Gew.-% der Gesamtmasse (mQ) des Formsandes (4) beträgt.

8. Gießform (1) und/ oder Gießformkern (2) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Korngröße (d1, d2) des ersten Anteils (9) des Formsandes (4) größer ist als die Korngröße (d3, d4, d5, d6) des zweiten Anteils (10) des Formsandes (4).

9. Gießform (1) und/ oder Gießformkern (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf der Oberfläche (6a) der ersten Schicht (6) des Formsandes (4) eine oder mehrere weitere Schichten (11) angeordnet ist/sind, wobei die/eine der weiteren Schicht/Schichten bevorzugt eine hydrophobe Schicht (11) ist.

10. Verfahren zur Herstellung eines für eine Gießform (1) und/ oder Gießformkern (2) nach Anspruch 1 geeigneten Formsandes (4), **gekennzeichnet durch**

a) Aufbringen einer ersten Schicht (6b; 6c) aus Alkali-Wasserglas (7) und/oder Phosphatglas (15) und/oder Boratatglas in Form einer wässrigen Lösung (7b; 16) und optional einem zusätzlichen Additiv auf die Oberfläche (5a) eines ersten Anteils (9) der für die Gießform (1) und/ oder den Gießformkern (2) verwendeten Formsandkörner (5) mittels Mischen, Tauchen oder Besprühen, insbesondere in einer Wirbelschichtanlage,
b) Aushärten der ersten Schicht (6b; 6c) **durch** Trocknen, Brennen oder Begasen des beschichteten ersten Anteils (9), sowie
c) Mischen des ersten beschichteten Anteils (9) mit einem unbeschichteten zweiten Anteil (10) der für die

Gießform (1) und/ oder den Gießformkern (2) verwendeten Formsandkörner (5), wobei die Korngröße (d1, d2) des ersten Anteils (9) größer ist als die Korngröße (d3, d4, d5, d6) des zweiten Anteils (10).

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die für das Aufbringen der ersten Schicht (6b) verwendete Masse (mWa) der wässrigen Lösung (7b) des Wasserglases (7) und/oder Phosphatglas (15) und/oder Boratatglas zwischen 0,15 und 10 Gew.-%, bevorzugt zwischen 1 und 5 Gew.-%, besonders bevorzugt zwischen 1 und 2 Gew.-% der Masse (mQ1) des ersten Anteils (9) des Formsandes (4) beträgt und dabei bevorzugt die für das Aufbringen der ersten Schicht (6b) verwendete Masse (mWa) der wässrigen Lösung (7b) des Wasserglases (7) zwischen 0,15 und 5 Gew.-%, bevorzugt weniger als 2 Gew.-%, besonders bevorzugt weniger als 1,5 Gew.-%, weiter bevorzugt weniger als 1 Gew.-% der Masse (mQ1) des ersten Anteils (9) des Formsandes (4) beträgt.

12. Verfahren zur Herstellung eines für eine Gießform (1) und/ oder Gießformkern (2) geeigneten Formsandes (4),
dadurch gekennzeichnet, dass
ein zur Schmelzpunkterniedrigung des Materials der Formsandkörner (5) geeignetes Material und/oder ein Alkali-Wasserglas (7) und/oder Phosphatglas (15) und/oder ein zusätzliches Bindemittel auf eine Oberfläche (5a) von Formsandkörnern (5) aufgebracht wird und anschließend durch thermische Behandlung die Oberfläche der Formsandkörner (5) oder einer Auswahl der Formsandkörner (5) zumindest teilweise in ein Glas umgewandelt oder in einen glasartigen Zustand überführt wird.

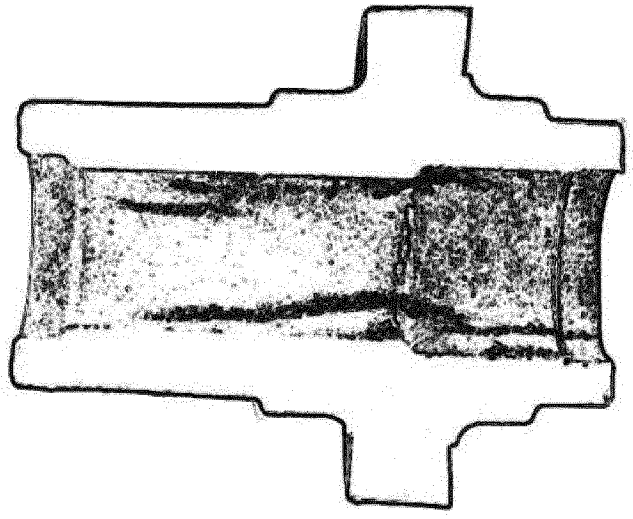


Fig. 1

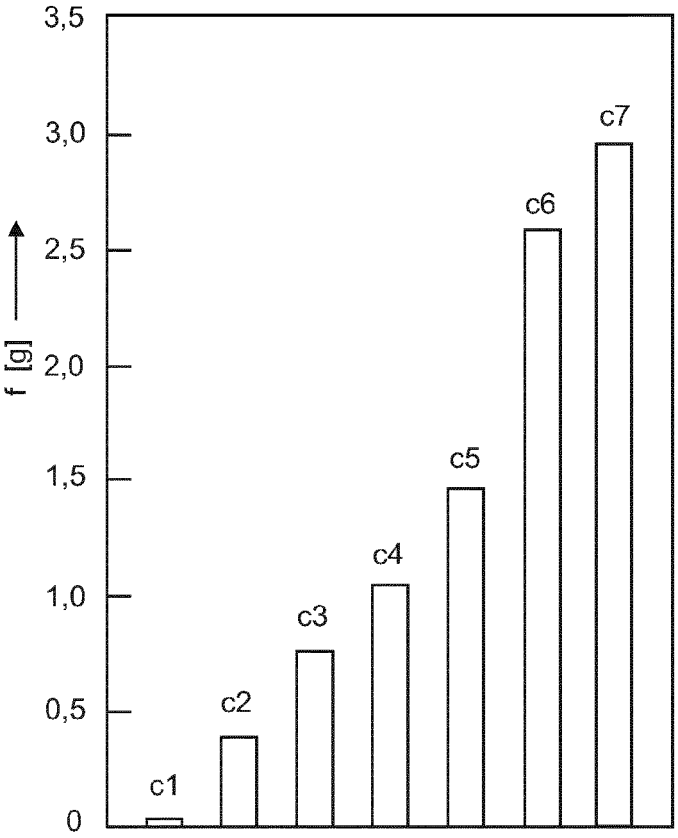


Fig. 2

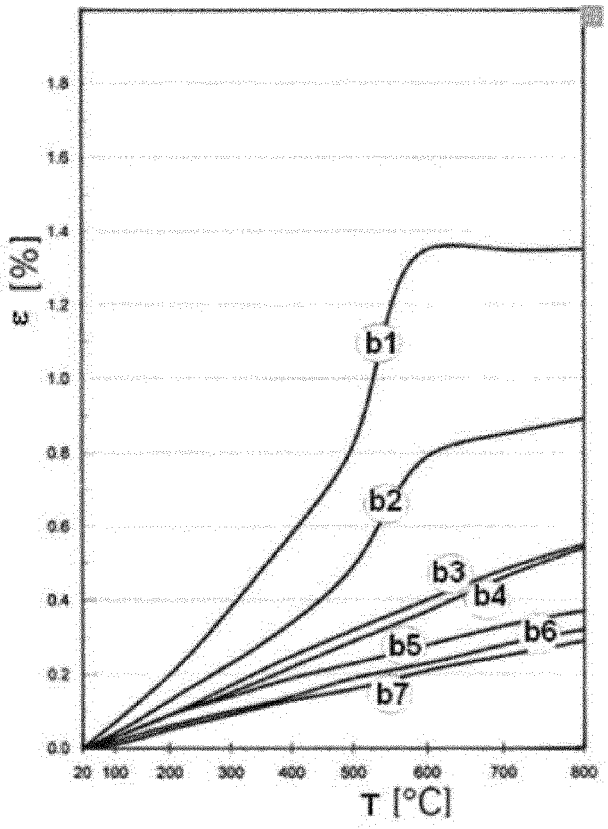


Fig. 3

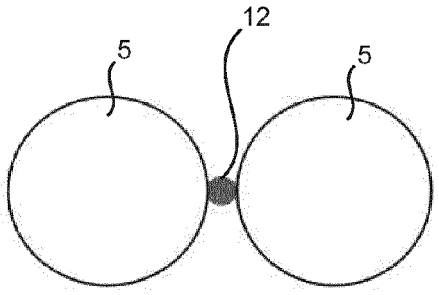


Fig. 4a

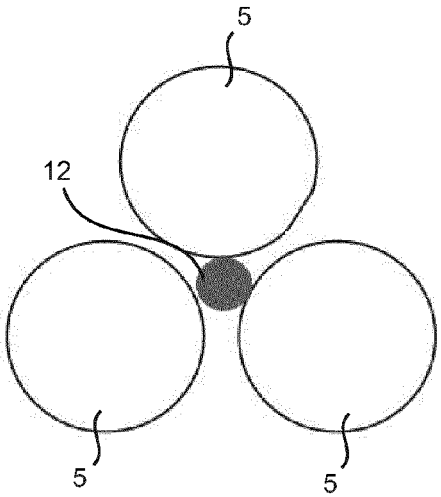


Fig. 4b

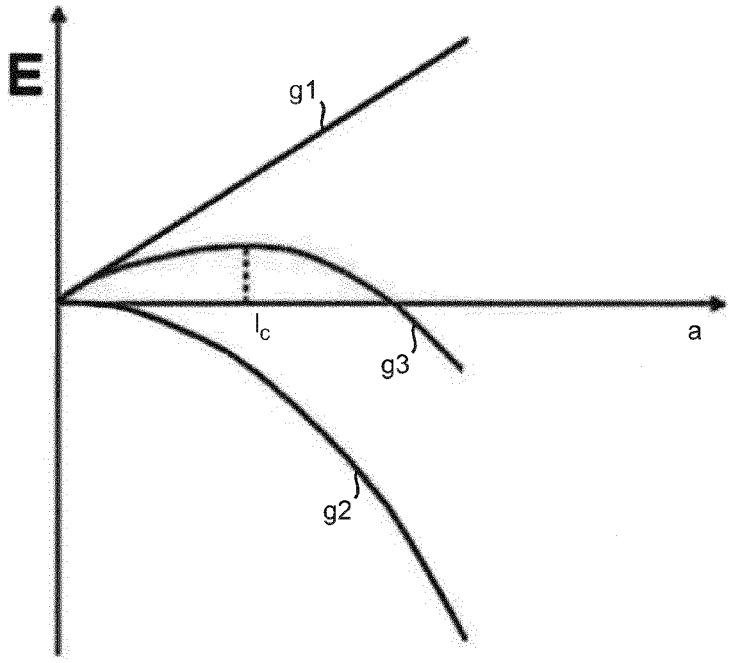
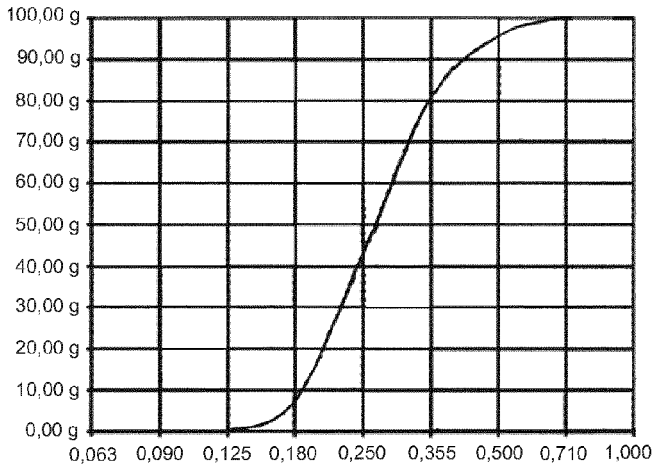


Fig. 5



y	my
1,000 mm:	0,00 g
0,710 mm:	0,01 g
0,500 mm:	4,39 g
0,355 mm:	14,88 g
0,250 mm:	37,93 g
0,180 mm:	35,25 g
0,125 mm:	7,35 g
0,090 mm:	0,20 g
0,063 mm:	0,00 g
0 mm:	0,00 g

Fig. 6

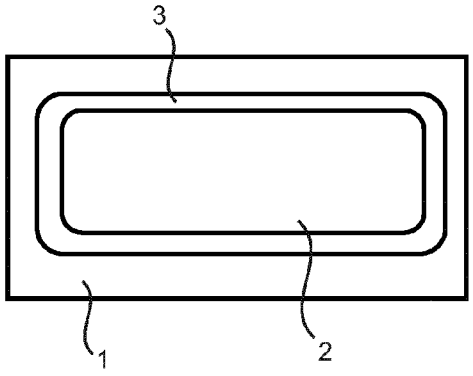


Fig. 7

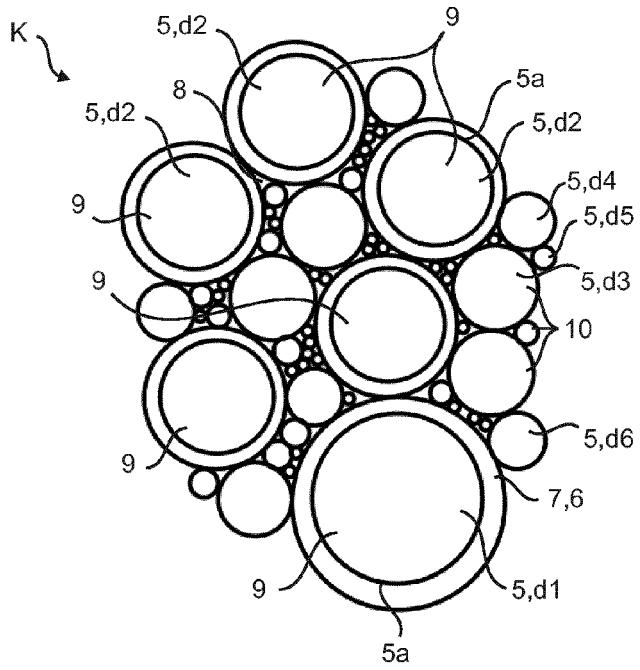


Fig. 8

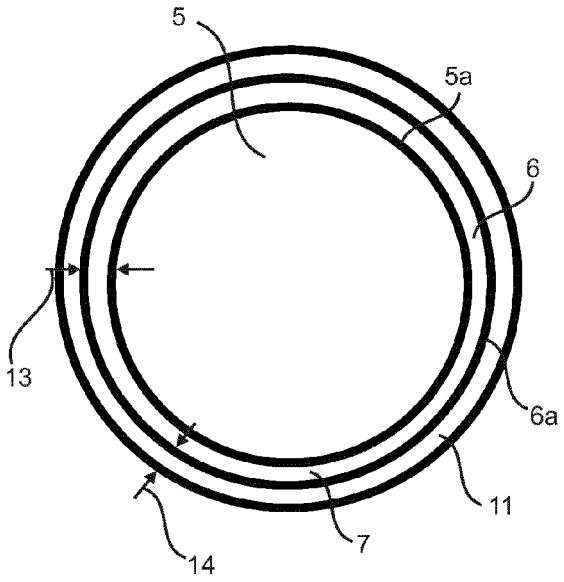


Fig. 9

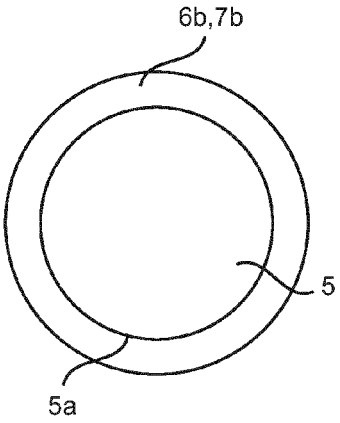


Fig. 10

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 18 0671

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 163 328 A1 (MINELCO GMBH [DE]) 17. März 2010 (2010-03-17) * [0018]-[0044], S. 7: "Beispiel 1", Ansprüche 1-8 *	1-12	INV. B22C1/00 B22C1/18
X	EP 1 832 357 A1 (MINELCO GMBH [DE]) 12. September 2007 (2007-09-12) * Ansprüche *	1-12	
A	DE 10 2007 008149 A1 (ASHLAND SUEDCHEMIE KERNFEST [DE]) 21. August 2008 (2008-08-21) * das ganze Dokument *	1-12	
A	RABBII AHMAD: "Sodium Silicate Glass as an Inorganic Binder in Foundry Industry", IRANIAN POLYMER JOURNAL, IRAN POLYMER AND PETROCHEMICAL INSTITUTE, IR, Bd. 10, Nr. 4, 1. Mai 2001 (2001-05-01), Seiten 229-235, XP002613946, ISSN: 1026-1265 * das ganze Dokument *	1-12	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

B22C

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	23. Februar 2015	Radeck, Stephanie

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 Patentdokument, 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 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 14 18 0671

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.

23-02-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2163328 A1	17-03-2010	CA 2737334 A1	11-03-2010
		EP 2163328 A1	17-03-2010
		EP 2323783 A1	25-05-2011
		JP 5418950 B2	19-02-2014
		JP 2012501850 A	26-01-2012
		KR 20110053259 A	19-05-2011
		US 2011226436 A1	22-09-2011
		WO 2010025861 A1	11-03-2010
EP 1832357 A1	12-09-2007	AT 460243 T	15-03-2010
		DE 102006011530 A1	13-09-2007
		EP 1832357 A1	12-09-2007
		ES 2342733 T3	13-07-2010
		SI 1832357 T1	30-07-2010
		WO 2007104469 A1	20-09-2007
DE 102007008149 A1	21-08-2008	AU 2008217190 A1	28-08-2008
		BR PI0807534 A2	10-06-2014
		CA 2678292 A1	28-08-2008
		CN 101663112 A	03-03-2010
		DE 102007008149 A1	21-08-2008
		DE 202008018001 U1	14-04-2011
		EP 2117749 A1	18-11-2009
		EP 2329900 A2	08-06-2011
		JP 5401325 B2	29-01-2014
		JP 2010519042 A	03-06-2010
		KR 20090113877 A	02-11-2009
		RU 2009134089 A	27-03-2011
		UA 100853 C2	11-02-2013
		US 2010173767 A1	08-07-2010
		WO 2008101668 A1	28-08-2008
		ZA 200905640 A	28-04-2010

EPO FORM P0461

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