



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 11 836 T2 2006.04.27**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 272 296 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 11 836.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB01/01040**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 910 039.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/068291**

(86) PCT-Anmeldetag: **09.03.2001**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **20.09.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.01.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **06.07.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.04.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B22C 1/16 (2006.01)**
B22C 9/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0006581 **17.03.2000** **GB**

677757 **03.10.2000** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:

**Duffey, Daniel James, Ealing, London, GB; Shaw,
Richard Dudley, Downe Orpington, Kent, GB**

(72) Erfinder:

**Duffey, Daniel James, Ealing, London W5 5RP, GB;
Shaw, Richard Dudley, Downe, Kent BR6 7JN, GB**

(74) Vertreter:

Dr. Hoffmeister & Tarvenkorn, 48147 Münster

(54) Bezeichnung: **FORM ZUM FEINGIESSEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Verbesserungen beim und in Bezug auf das Feingießen, insbesondere Modellausschmelzverfahren. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Modellausschmelzen, das das aufeinander folgende Aufbringen einer oder mehrerer Schichten eines feuerfesten Schlickers auf ein Einwegmodell zur Bildung einer Schale umfasst. Die vorliegende Erfindung stellt weiterhin einen feuerfesten Schlicker zur Verwendung in dem Verfahren der Erfindung bereit.

[0002] Das Verfahren zum Modellausschmelzen, anderweitig auch Wachsausschmelzverfahren genannt, ist sehr bekannt und weit verbreitet. Üblicherweise umfasst das Verfahren das Eintauchen eines Wachsmodells in einen Schlicker, der ein Bindemittel und ein feuerfestes Material enthält, um das Modell mit einer Schlickerschicht zu umhüllen, das Aufbringen einer Beschichtung aus trockenem feuerfestem Material auf der Oberfläche der Schicht, das Trocknenlassen der entstandenen belegten Schlickerschicht und das Aufbringen weiterer belegter Schlickerschichten in dem Maße, wie dies zur Bildung einer Schalenform mit einer geeigneten Dicke um das Wachsmodell erforderlich ist. Nach vollständigem Trocknen wird das Wachsmodell aus der Schalenform entfernt, und die Schale wird gebrannt.

[0003] Umweltbedingte Gesichtspunkte schreiben vor, dass das in dem Modellausschmelzverfahren verwendete Bindemittel wasserbasierend anstatt alkoholbasierend sein sollte. Üblicherweise umfasst das verwendete Bindemittel ein wässriges kolloidales Silica-Sol. Wenn sie mit einem geeigneten feuerfesten Material in einem Schlicker verbunden werden, können wässrige Silica-Sole gelieren und trocknen, um eine Grünform mit einem annehmbaren Grad an Grünfestigkeit zu bilden. Wenn ein unverändertes wässriges Silica-Sol [Kieselso] verwendet wird, ist jedoch die für dieses Verfahren benötigte Zeit unvorteilhaft lang. Eine einzige belegte Schlickerschicht, aufgebracht auf ein Wachsmodell im Verlauf eines Modellausschmelzverfahrens, kann zwischen 3 bis 8 Stunden zum Trocknen brauchen.

[0004] Wenn das Modell ausgesparte Teile oder andere komplexe Konfigurationen umfasst, kann sich die Trocknungszeit auf 24 Stunden oder mehr erhöhen. Während der Fertigung einer Schalenform mit mehreren belegten Schichten muss diese Zeit mit der Anzahl der aufgetragenen Schichten multipliziert werden. Üblicherweise sind 4 bis 8 Schichten erforderlich, um eine Schale mit annehmbarer Dicke zu bilden, wobei dadurch die gesamte Fertigungsdauer in der Größenordnung von 12 Stunden bis zu mehreren Tagen liegt.

[0005] Daher ist nach dem Stand der Technik erheblicher Aufwand darauf verwendet worden, die Schicht-Trocknungszeit zu beschleunigen. So offenbart z. B. EP-A-0638379, dass das Hinzufügen eines Elastomer-Polymers, wie z. B. Styrol-Butadien, zu einem kolloidalen Silica-Sol-Bindemittel zu einer erheblichen Verringerung der Trocknungszeit und einer Verbesserung der Grünfestigkeit führt. Das Hinzufügen von löslichen organischen Polymeren zu einem kolloidalen Silica-Sol-Bindemittel zur Verwendung in dem Modellausschmelzverfahren ist ebenfalls in US 4996084 offenbart. Lösliche organische Polymere feuchten jedoch leicht aus („wet-out“), und es ist festgestellt worden, dass die Grünfestigkeit einer Schalenform, die solche Polymere umfasst, vorübergehend durch die Permeation von Dampf durch die Form verringert wird, z. B. während der Entfernung des Wachsmodells aus der Form. Außerdem sind lösliche organische Polymere teuer, und ihre Verwendung in Modellausschmelzverfahren kann die Kosten dieses Verfahrens erheblich erhöhen.

[0006] Folglich bleibt es eine erstrebenswerte Aufgabe, ein alternatives Mittel zur Verringerung der zur Bildung einer Schalenform mit geeigneter Dicke erforderlichen Zeit während des Verfahrens zum Modellausschmelzen bereitzustellen.

[0007] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist daher ein Verfahren zum Modellausschmelzen vorgesehen, das folgende Schritte umfasst:

- Vermischen eines Bindemittels, eines feuerfesten Materials und einer Menge an wasserunlöslichen, organischen Fasern, die eine Länge von weniger als 3 mm haben, zu einem Schlicker,
- Beschichten eines Einwegmodells mit einer Schicht oder mehreren Schichten dieses Schlickers und
- Trocknen oder Trocknenlassen dieser einen oder mehreren Schichten, sodass eine Schalenform gebildet wird,

dadurch gekennzeichnet, dass der Schlicker eine Viskosität im Bereich von 10 bis 180 Sekunden hat, gemessen mit einem B4-Messbecher.

[0008] Wahlweise kann eine Vielzahl von Schichten nacheinander auf das Einwegmodell aufgebracht werden, wobei jede Schicht teilweise oder vollständig getrocknet wird oder trocknen gelassen wird, bevor die

nächste Schicht aufgebracht wird. Üblicherweise werden zwischen 2 bis 10 Schichten, weiter vorzugsweise 3 bis 8 Schichten, noch weiter vorzugsweise 3, 4 oder 5 Schichten nacheinander auf das Modell aufgebracht. In einigen Ausführungsformen wird das Einwegmodell gemäß bekannten herkömmlichen Verfahren mit einer Schlickerschicht vorbeschichtet, die keine wasserunlöslichen organischen Fasern umfasst, bevor gemäß der vorliegenden Erfindung eine oder mehrere Schichten eines fasermodifizierten Schlickers aufgebracht werden.

[0009] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Schlicker vorgesehen, der ein Bindemittel, ein feuerfestes Material und eine Menge an wasserunlöslichen organischen Fasern enthält, wobei der Schlicker zur Verwendung in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung angepasst ist.

[0010] Überraschenderweise haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung festgestellt, dass ein feuerfester Schlicker, der eine Menge an wasserunlöslichen organischen Fasern enthält, erheblich dickere Schichten um eingetauchte Objekte zu bilden vermag als Schlicker der Typen, die nach dem Stand der Technik bekannt sind. Eine Zunahme der Schichtdicke impliziert offensichtlich eine gleichzeitige Abnahme der Anzahl an erforderlichen Eintauchzyklen, um eine Form von ausreichender Dicke zu bilden, und infolgedessen eine erhebliche Verringerung der Fertigungsdauer der feuerfesten Form. Schichten eines fasermodifizierten Schlickers wurden einer vergleichbaren Trocknungszeit im Vergleich mit den Produkten nach dem Stand der Technik unterzogen, und es wurde festgestellt, dass sie eine vergleichbare Grünfestigkeit besitzen.

[0011] Es wurde weiterhin festgestellt, dass die Wirksamkeit von elastomermodifizierten Bindemitteln der Art, wie sie in EP-A-0638379 und US 4996084 offenbart sind, weitgehend zerstört wird, wenn die Bindemittel niedrigen Temperaturen ausgesetzt sind (0°C und darunter). Im Gegensatz zu den elastomermodifizierten Zusammensetzungen nach dem Stand der Technik wurde jedoch festgestellt, dass fasermodifizierte feuerfeste Schlicker gemäß der vorliegenden Erfindung mit vielen Typen von Frostschutzmitteln verträglich sind. Deshalb wird das Hinzufügen von Frostschutzmitteln zu Bindemitteln ermöglicht, die zur Verwendung in den fasermodifizierten Schlickern der vorliegenden Erfindung bestimmt sind, und infolgedessen werden der Transport und die Aufbewahrung solcher Bindemittel im Winter erleichtert.

[0012] Vorteilhafterweise werden die Fasern in dem Bindemittel dispergiert, bevor das feuerfeste Material hinzugefügt wird. Dies begünstigt die Bildung eines gleichförmigen und beständigen Schlickers. Das feuerfeste Material kann jedoch wahlweise zu dem Bindemittel hinzugefügt werden, bevor die Fasern hinzugefügt werden. Wahlweise können die Fasern mit dem feuerfesten Material gemischt werden, bevor das Bindemittel hinzugefügt wird.

[0013] Wahlweise kann das Einwegmodell durch Gießen des Schlickers über das Modell mit dem Schlicker beschichtet werden. Besser noch kann das Modell jedoch durch Eintauchen des Modells in einen Behälter beschichtet werden, der diesen Schlicker enthält. Praktischerweise kann eine Vielzahl von Modellen, die beispielsweise auf einem „Baum“ aufgehängt werden können, gleichzeitig in den Behälter eingetaucht werden, was die gleichzeitige Fertigung von einer Vielzahl von Schalenformen ermöglicht.

[0014] Vorteilhafterweise kann eine Vielzahl von Schlickerschichten nacheinander auf das Einwegmodell aufgebracht werden. Gemäß der üblichen Praxis kann jede Schlickerschicht mit einem trockenen feuerfesten Material wie einem Aluminiumsilikat, wie z. B. Molochite[®] (erhältlich bei der Firma English China Clay), Mullit (erhältlich bei der Firma Cermatco), Zirkon, gesintertem Silizium-Oxid oder Quarzglas belegt werden, bevor die nächste Schicht aufgebracht wird. Zusätzlich oder alternativ können eine oder mehrere der Schichten, üblicherweise eine oder mehrere der äußersten Schichten, mit kleinen Polystyrol-Verstärkungsrippen belegt werden. Dies dient dazu, das Isoliervermögen der äußersten Schichten zu verbessern. Vorzugsweise kann jede Schlickerschicht vollständig mit einer Schicht des trockenen feuerfesten Materials oder der kleinen Polystyrol-Verstärkungsrippen bedeckt werden, bevor die nächste Schicht aufgebracht wird.

[0015] Vorteilhafterweise kann dieses Verfahren weiterhin den Schritt der Entfernung des Einwegmodells aus der Schale umfassen. Das Einwegmodell kann praktischerweise durch Erhitzen der Schale auf eine Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes des Modells entfernt werden, sodass das Modell schmilzt und aus der Schale läuft. Wahlweise kann das Modell durch Erhitzen der Schale auf eine Temperatur oberhalb der Sublimations- oder Zerfallstemperatur des Modells entfernt werden, sodass das Modell sublimiert oder zerfällt und als Gas aus der Schale herausgedrückt wird oder entweichen kann.

[0016] Wenn das Modell ein Wachsmo-
dell umfasst, kann das Wachs z. B. durch Erhitzen der Schale in einem Wachsautoklaven oder durch Schnellbrennen des Wachses aus der Schale entfernt werden.

[0017] Vorzugsweise können die Fasern derart gewählt sein, dass der Schritt der Entfernung des Modells aus der Schale nicht die Entfernung der Fasern aus der Schale bewirkt. Wenn das Modell durch Erhitzen der Schale auf eine Entfernungstemperatur oberhalb des Schmelzpunktes bzw. der Sublimations- oder Zerfallstemperatur des Einwegmodells entfernt werden soll, können deshalb die Fasern derart gewählt sein, dass der Schmelzpunkt der Fasern oberhalb der Entfernungstemperatur liegt. Dies stellt sicher, dass die Fasern trotz der Entfernung des Modells unversehrt bleiben. Die Beibehaltung der Fasern in der Schale dient dazu, die Grünfestigkeit der Schale aufrechtzuerhalten.

[0018] Üblicherweise kann der Schmelzpunkt der Fasern in dem Bereich von 150 bis 500°C, vorzugsweise 180 bis 270°C, noch besser 220 bis 270°C liegen. Solche Fasern können für die Verwendung in Verbindung mit einem Einweg-Wachsmo- dell besonders geeignet sein.

[0019] Das Verfahren der vorliegenden Erfindung kann als weiteren Schritt umfassen, dass die Schale auf eine Brenntemperatur zum Brennen der Schale erhitzt wird. Üblicherweise kann die Brenntemperatur in dem Bereich von 800 bis 1100°C liegen.

[0020] Vorteilhafterweise können die Fasern derart gewählt sein, dass der Schmelzpunkt der Fasern niedriger ist als die Brenntemperatur, sodass die Fasern geschmolzen werden, wenn die Schale gebrannt wird. Dementsprechend können die Fasern während des Brennens oder im Anschluss an das Brennen aus der Schale entfernt werden. Die Entfernung der Fasern aus der Schale dient dazu, Porosität in der Schale zu bilden, um das Ausströmen von sich ausdehnenden Gasen aus dem Inneren der Schale während des anschließenden Hineingießens der Schmelze zu ermöglichen und infolgedessen die Wahrscheinlichkeit zu verringern, dass die Schale unter dem innerem Gasdruck zerspringt, der in diesem Stadium erzeugt wird.

[0021] Die Fasern können gemäß Verfahren, die dem Fachmann bekannt sind, gesponnen und geschnitten oder gemahlen werden. In bevorzugten Ausführungsformen haben die verwendeten Fasern eine einheitliche oder im Wesentlichen einheitliche Länge, um die Bildung eines gleichförmigen Schlickers zu begünstigen. Die Länge jeder Faser kann größer als 0,25 mm sein. Üblicherweise liegt die Länge jeder Faser zwischen 0,25 mm und 1,5 mm, am besten zwischen 1 und 1,5 mm. Die verwendeten Fasern können jedoch alternativ unterschiedliche Längen haben.

[0022] In einigen Ausführungsformen liegt der Gewichtsanteil der Fasern, bezogen auf das Gewicht des Schlickers, unterhalb von 10%. Vorzugsweise kann der Gewichtsanteil der Fasern, bezogen auf das Gewicht des Schlickers, unterhalb von 8%, besser unterhalb von 5% (z. B. 4%, 3%, 2% oder 1%) oder noch besser unterhalb von 1% (z. B. 0,5% oder weniger) liegen. Der Anteil an verwendeten Fasern ist eine maßgebliche Größe zur Bestimmung der Viskosität des Schlickers; und infolgedessen kann er jeweils entsprechend gewählt werden, um eine geeignete Schlickerviskosität für die spezifische Verwendung oder Anwendung, die in diesem Fall für den Schlicker vorgesehen ist, zu erreichen. Wenn 1 mm-Fasern verwendet werden, kann der Anteil der dem Schlicker hinzugefügten Fasern vorteilhaft 15 bis 20 g/l des Bindemittels betragen. Wenn 0,5 mm-Fasern verwendet werden, kann der Anteil der dem Schlicker beigegebenen Fasern günstigerweise 5 bis 80 g/l, besser noch 20 bis 35 g/l des Bindemittels betragen.

[0023] Vorteilhafterweise sollte der Durchmesser von jeder Faser ausreichen, um die Bildung einer porösen Struktur in der Schale im Anschluss an die Entfernung der Fasern aus der Schale zu ermöglichen, um das Ausströmen von Gasen aus dem Inneren der Schale während des Metallgießens zu erlauben.

[0024] Deshalb können die Fasern einen Denier-Wert von bis zu 250 [Denier] haben. Besser noch können die Faser einen Denier-Wert im Bereich von 1,5 bis 2,5 [Denier] haben; am besten von 1,8 bis 2,1 Denier. Alternativ können die Fasern Mikrodenier-Fasern sein.

[0025] Die Fasern können derart gewählt sein, dass das spezifische Gewicht der Fasern gleich oder nahe dem spezifische Gewicht des Bindemittels ist, sodass die Fasern leicht und gleichmäßig in dem Bindemittel dispergiert werden können. Üblicherweise kann da spezifische Gewicht der Fasern im Bereich von 0,5 bis 3, besser von 0,5 bis 1,5, noch besser von 1 bis 1,5 liegen.

[0026] Die Faserlänge, der Faseranteil und der Flüssigkeitsanteil in dem Schlicker können vorteilhaft derart gewählt werden, dass die Viskosität des Schlickers in dem gewünschten Bereich liegt. Dementsprechend kann der gewünschte Bereich eine Schlickerviskosität von 26 bis 32 Sekunden haben, gemessen mit einem B4-Messbecher (8 bis 12 Sekunden gemessen mit einem Zahn4-Messbecher). Die Viskosität des Schlickers kann während der Verwendung durch Hinzufügen von vollentsalztem Wasser angepasst werden, um Verduns-

tungsverluste auszugleichen.

[0027] Die Fasern können beispielsweise Polypropylen-Fasern umfassen. Alternativ können die Fasern weitere organische wasserunlösliche Fasern wie z. B. Acryl-, Polyester-, modifizierte Acryl-, Polyamid- oder Viskose-/Reyon-Fasern umfassen. Die Eigenschaften dieser Fasern sind in Tabelle 1 dargelegt.

Faserart	relative Dichte	Schmelzpunkt (°C)	Säurebeständigkeit	Alkali-beständigkeit
Acryl	1,17	290	gut	mittel
Polypropylen	0,91	165	gut	gut
modifiziertes Acryl	1,38	185	gut	mittel
Polyamid (Nylon®)	1,14	252	mittel	gut
Viskose/Reyon	1,52	155	schlecht	schlecht
Polyester	1,38	234	gut	mittel

TABELLE 1

[0028] Am günstigsten können Fasern mit guten Verteilungseigenschaften wie z. B. Polyamid- oder Polyester-Fasern verwendet werden. Die oben stehende Liste von Fasern ist nicht vollständig, und es kann jede dem Fachmann bekannte wasserunlösliche organische Faser mit geeigneten Eigenschaften verwendet werden. Insbesondere können Bikomponenten-Fasern, die zwei oder mehr Faserarten enthalten, die in jeden einzelnen Bikomponenten-Faserstrang verwoben oder coextrudiert sind, vorteilhaft verwendet werden.

[0029] Wahlweise kann der Schlicker weitere Bestandteile zur Modifizierung oder Verbesserung der Eigenschaften des Schlickers enthalten. Beispielsweise kann der Schlicker ein Antischaummittel wie z. B. ein auf Dimethylpolysiloxan basierendes Antischaummittel wie z. B. den Markenartikel A10 der Firma WEX enthalten, der bei der Firma WEX Chemicals, ICG House, Station Approach, Oldfield Lane North, Greenford, Middlesex, UB6 0AL, England, als Handelsartikel erhältlich ist. Zusätzlich oder alternativ kann der Schlicker Elastomere und/oder wasserlösliche Polymere wie z. B. Styrol-Butadien-Latex enthalten. Der Schlicker kann ebenfalls ein oder mehrere Feuchthaltemittel wie z. B. Bis(polyoxyethylen)-2-ethylhexylphosphat (im Handel unter dem eingetragenen Warenzeichen VICTAWET erhältlich) enthalten.

[0030] In einigen Ausführungsformen können dem Schlicker ein Anteil an Graphit- und/oder Anthrazit-Teilchen und ein Anteil von Quarzglas hinzugefügt werden. Wahlweise können die Graphit- und/oder Anthrazit-Teilchen und das Quarzglas dem Schlicker erst dann hinzugefügt werden, bevor die äußerste(n) Schicht bzw. Schichten auf das Modell aufgebracht wird/werden. Der Graphit dient dazu, die Festigkeit der Schicht bzw. Schichten während des Wachsauflösendens und Trocknens zu erhöhen. Das Vorhandensein von gesintertem Silizium-Oxid bzw. Quarzglas, das eine geringe Wärmeleitfähigkeit besitzt, dient zur Verbesserung des Isoliervermögens der äußersten Schicht bzw. Schichten.

[0031] In besonders bevorzugten Ausführungsformen enthält das Bindemittel ein kolloidales Silica-Sol [Kieselsohl]. Das Silica-Sol kann alkalisch sein und kann z. B. einen pH-Wert im Bereich von 9,3 bis 10,5, vorzugsweise von 10,1 bis 10,5 haben. Wahlweise kann das Silica-Sol sauer sein, ob dreifach entionisiert oder nicht. Das Silica-Sol kann 10 bis 50 Gew.-% Silica, üblicherweise 20 bis 30 Gew.-% Silica, enthalten. Hierfür geeignete Bindemittel sind sehr handelsüblich; z. B. LUDOX® (erhältlich bei der Firma DuPont) oder WEXCOAT® (erhältlich bei der Firma Wex Chemicals an der oben genannten Adresse). Wahlweise können weitere Bestandteile wie z. B. Phosphate in dem Bindemittel enthalten sein.

[0032] Alternativ kann das Bindemittel ein säure- oder alkalihydrolysiertes Ethylsilikat-Bindemittel der im Fachgebiet bekannten Art enthalten.

[0033] Das feuerfeste Material kann Aluminiumsilikate, Magnesiumoxid, Zirkon, Quarzgut und/oder weitere dem Fachmann gut bekannte feuerfeste Materialien enthalten. Üblicherweise kann die Menge des verwendeten feuerfesten Materials 100 bis 500 Gew.-%, besser 100 bis 200 Gew.-%, noch besser etwa 150 Gew.-% des Bindemittels enthalten.

Beispiele

[0034] Es folgt eine nur beispielhafte Beschreibung der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung und der Verfahren zur Umsetzung der Erfindung.

Beispiel 1

[0035] Ein Schlicker gemäß der Erfindung wurde aus den folgenden Bestandteilen hergestellt:

Silica-Sol-Bindemittel

Ein wässriges Silica-Sol mit 24% SiO₂, das eine relative Dichte von ungefähr 1,167 und eine nominelle Teilchengröße von 10 nm bei einem pH-Wert von 10,2 besitzt, und 0,5 Gew.-% Antischaummittel (Antischaummittel A10 der Firma WEX).

Feuerfestes Material

Molochite[®] mit 200 mesh (kalziniertes Aluminiumsilikat, im Handel bei der Firma English China Clay erhältlich).

Wasserunlösliche organische Fasern

Nylon[®]-Fasern; 1,8 Denier, 1 mm Länge.

[0036] Der Schlicker wurde wie folgt hergestellt. 20 g Nylon[®]-Fasern wurden zu 1,170 kg des Silica-Sol-Bindemittels hinzugefügt und vermischt, um die Fasern darin zu dispergieren. 1,755 kg des feuerfesten Materials (Gewichtsverhältnis feuerfestes Material zu Bindemittel: 3:2) wurden zu dem entstandenen fasermodifizierten Bindemittel hinzugefügt. Die entstandene Mischung wurde gründlich gerührt, um einen Schlicker herzustellen (0,68 Gew.-% Faser zu Schlicker). Im Anschluss an das gründliche Umrühren und Dispergieren wurde die Viskosität des Schlickers mittels eines Zahn4-Viskositätsmessbechers (Ergebnis: 10 Sekunden) und eines B4-Viskositätsmessbechers (Ergebnis: 30 Sekunden) gemäß den Standardverfahren geprüft.

[0037] Der Schlicker wurde gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet, um eine Vielzahl von Probestäben aus Wachs von der Art zu beschichten, die routinemäßig in dem Prüfverfahren BS 1902 des Britischen Standards verwendet wird. Jeder Stab umfasste einen länglichen Wachsblock, der ungefähr 20 cm mal 2,5 cm mal 0,7 cm maß.

[0038] Die Stäbe wurden gemäß der üblichen guten Praxis zunächst chemisch gereinigt, gewaschen, getrocknet und mit einem feuerfesten Schlicker vorbeschichtet, der ein Silica-Sol-Bindemittel, ein feuerfestes Material aus Zirkonsand und ein wasserlösliches Polymer umfasste, jedoch keine unlöslichen organischen Fasern enthielt; dann wurden sie belegt und getrocknet. Dann wurde jeder Stab in den oben beschriebenen fasermodifizierten Schlicker eingetaucht, für eine Zeitdauer von 10 bis 20 Sekunden gehalten und herausgenommen. Jeder Stab wurde unmittelbar mit Molochite[®] mit 30/80 mesh Korngröße belegt und dann 1 Stunde lang zum Trocknen unter einem Ventilator platziert.

[0039] Nach dem Trocknen wurde auf jeden Stab eine zweite Schicht aufgebracht. Jeder Stab wurde wie oben beschrieben erneut eingetaucht, mit Molochite[®] mit 16/30 mesh Korngröße belegt und eine Stunde lang getrocknet. Anschließend wurden auf diese Weise vier weitere Schichten von Schlicker und Molochite[®] mit 16/30 mesh Korngröße auf jeden Stab aufgebracht, wobei jeder Schicht eine Trocknungszeit von 1 Stunde gelassen wurde. Somit wurden im Verlauf eines 8-stündigen Arbeitstages insgesamt sechs Schichten auf jeden Stab aufgebracht.

[0040] Die beschichteten Stäbe wurden vollständig über Nacht trocknen gelassen. Danach wurde, jeder Stab

bei einem Druck von 8 bar und 180°C in einem Autoklaven platziert, sodass das Wachs ausgeschmolzen wurde, um eine feuerfeste Schale übrig zu lassen. Es wurde festgestellt, dass die Schalen eine mittlere Dicke von ungefähr 8 mm besaßen; das heißt etwa 20% mehr als die mittlere Dicke der Schalen, die unter identischen Bedingungen der nach dem Stand der Technik bekannten Art aus Schlickern geformt wurden, die lösliche organische Polymere umfassten.

[0041] Es wurde festgestellt, dass die Permeabilität der gemäß dem oben beschriebenen Verfahren gefertigten Schalen vergleichbar war mit derjenigen der Schalen, die nach dem Stand der Technik gewonnen wurden. Außerdem wurde festgestellt, dass die Festigkeit je Einheit Dicke von jeder wie oben stehend gefertigten Schale mindestens derjenigen der vorher verfügbaren Schalen entsprach; jede Schale besaß einen grünen Bruchmodul von ungefähr 3,5 MPa oder 502,8 psi. Das Vorhandensein von unversehrten Nylon®-Fasern in der fertigen Schale diente zur Verbesserung von deren Grünfestigkeit.

[0042] Die für jede Schicht von fasermodifiziertem Schlicker erforderliche Trocknungszeit war ebenfalls mit den Trocknungszeiten von elastomermodifizierten Schlickern nach dem Stand der Technik vergleichbar. Anzumerken ist, dass die Trocknungsleistung durch Hinzufügen von Magnesiumoxidkörnern, z. B. 30/80 kalzinierendes MgO, zu der Beschichtung erhöht werden kann.

[0043] Die gemäß dem oben beschriebenen Verfahren gefertigten Schalen wurden ungefähr 1 Stunde lang bei 1000°C gebrannt und waren danach zum Gießen mit Metall bereit.

Beispiel 2

[0044] Ein Schlicker gemäß der Erfindung wurde aus den folgenden Bestandteilen hergestellt:

Silica-Sol-Bindemittel

Ein wässriges Silica-Sol mit 24% SiO₂, das eine relative Dichte von ungefähr 1,167 und eine nominelle Teilchengröße von 10 nm bei einem pH-Wert von 10,2 besitzt, und 0,5 Gew.-% Antischaummittel.

Feuerfestes Material

Molochite® mit 200 mesh (kalziniertes Aluminiumsilikat, handelsüblich bei der Firma English China Clay).

Wasserunlösliche organische Fasern

Polypropylen-Fasern; 1,8 Denier, 1 mm Länge.

[0045] Der Schlicker wurde wie folgt hergestellt. 63 g Polypropylen-Fasern wurden zu 3,5 Litern (4,08 kg) des Silica-Sol-Bindemittels (18 g Fasern pro Liter Bindemittel) hinzugefügt und vermischt, um die Fasern darin zu dispergieren. 6,13 kg des feuerfesten Materials (Gewichtsverhältnis feuerfestes Material zu Bindemittel: 3:2) wurden dem entstandenen fasermodifizierten Bindemittel beigegeben. Die entstandene Mischung wurde gründlich gerührt, um einen Schlicker herzustellen. Im Anschluss an das gründliche Umrühren und Dispergieren wurde die Viskosität des Schlickers mittels eines Zahn4-Viskositätsmessbechers (Ergebnis: 10 Sekunden) und eines B4-Viskositätsmessbechers (Ergebnis: 30 Sekunden) gemäß den Standardverfahren geprüft.

[0046] Der Schlicker wurde gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet, um eine Vielzahl von Probestäben aus Wachs von der Art zu beschichten, die routinemäßig in dem Prüfverfahren BS 1902 des Britischen Standards verwendet wird. Jeder Stab umfasste einen länglichen Wachsblock, der ungefähr 20 cm mal 2,5 cm mal 0,7 cm maß.

[0047] Die Stäbe wurden gemäß der üblichen guten Praxis zunächst chemisch gereinigt, gewaschen und getrocknet und wurden mit einem feuerfesten Schlicker vorbeschichtet, der ein Silica-Sol-Bindemittel, ein feuerfestes Material aus Zirkonsand und ein wasserlösliches Polymer umfasste, jedoch keine unlöslichen organischen Fasern enthielt; dann wurden sie belegt und getrocknet. Dann wurde jeder Stab in den oben beschriebenen fasermodifizierten Schlicker eingetaucht, für eine Zeitdauer von 10 bis 20 Sekunden gehalten und herausgenommen. Jeder Stab wurde unmittelbar mit Molochite® mit 30/80 mesh Korngröße belegt und dann 1 Stunde lang zum Trocknen unter einem Ventilator platziert.

[0048] Nach dem Trocknen wurde auf jeden Stab eine zweite Schicht aufgebracht. Jeder Stab wurde wie

oben beschrieben erneut eingetaucht, mit Molochite® mit 16/30 mesh Korngröße belegt und eine Stunde lang getrocknet. Anschließend wurden auf diese Weise vier weitere Schichten von Schlicker und Molochite® mit 16/30 mesh Korngröße auf jeden Stab aufgebracht, wobei jeder Schicht eine Trocknungszeit von 1 Stunde gelassen wurde. Somit wurden im Verlauf eines 8-stündigen Arbeitstages insgesamt sechs Schichten auf jeden Stab aufgebracht.

[0049] Die beschichteten Stäbe wurden vollständig über Nacht trocknen gelassen. Danach wurde jeder Stab bei einem Druck von 8 bar und 180°C in einem Autoklaven platziert, sodass das Wachs ausgeschmolzen wurde, um eine feuerfeste Schale übrig zu lassen. Es wurde festgestellt, dass die Schalen eine mittlere Dicke von ungefähr 8 mm besaßen; das heißt etwa 20% mehr als die mittlere Dicke der Schalen, die unter identischen Bedingungen der nach dem Stand der Technik bekannten Art aus Schlickern geformt wurden, die lösliche organische Polymere umfassten. Während des Autoklavierungsprozesses schmolzen die Polypropylen-Fasern, die einen relativ geringen Schmelzpunkt besitzen, aus der Schale und brachten deshalb eine Schale mit einer etwas verringerten Grünfestigkeit hervor.

[0050] Es wurde festgestellt, dass die Permeabilität der gemäß dem oben beschriebenen Verfahren gefertigten Schalen vergleichbar war mit derjenigen der Schalen, die nach dem Stand der Technik gewonnen wurden. Außerdem wurde festgestellt, dass die Festigkeit je Einheit Dicke von jeder wie oben stehend gefertigten Schale mindestens derjenigen der vorher verfügbaren Schalen entsprach; jede Schale besaß einen grünen Bruchmodul von ungefähr 3,5 MPa oder 502,8 psi.

[0051] Die für jede Schicht von fasermodifiziertem Schlicker erforderliche Trocknungszeit war ebenfalls mit den Trocknungszeiten von elastomermodifizierten Schlickern nach dem Stand der Technik vergleichbar. Anzu merken ist, dass die Trocknungsleistung durch Hinzufügen von Magnesiumoxidkörnern, z. B. 30/80 kalzinier tes MgO, zu der Beschichtung erhöht werden kann.

[0052] Die gemäß dem oben beschriebenen Verfahren gefertigten Schalen wurden ungefähr 1 Stunde lang bei 1000°C gebrannt und waren danach zum Gießen mit Metall bereit.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Feingießen, insbesondere Modellausschmelzen das folgende Schritte umfasst:
 – Vermischen eines Bindemittels, eines feuerfesten Materials und einer Menge an wasserunlöslichen, organisch-chemischen Fasern, die eine Länge von weniger als 3 mm haben, zu einem Schlicker,
 – Beschichten eines Einwegmodelles mit einer Schicht oder mehreren Schichten dieses Schlickers und
 – Trocknen oder Trockenlassen dieser einen oder mehreren Schichten, so dass eine Schalenform gebildet wird,

dadurch gekennzeichnet, dass der Schlicker eine Viskosität im Bereich von 10 bis 180 Sekunden hat, gemessen mit einem B4-Meßbecher.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern in dem Bindemittel dispergiert werden, bevor das feuerfeste Material hinzugefügt wird, um den Schlicker zu bilden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern mit dem feuerfesten Material gemischt werden, bevor das Bindemittel hinzugefügt wird, um den Schlicker zu bilden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Einwegmodell mit 2 bis 10, vorzugsweise 3 bis 5 Schichten des Schlickers beschichtet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als weiterer Schritt jede Schicht mit einer Auflage von trockenem, feuerfesten Material belegt wird, bevor die nächste Schicht aufgebracht wird.

6. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als weiterer Schritt das Einwegmodell aus der Schalenform entfernt wird, wahlweise durch Erhitzen der Schalenform auf eine Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes, oder auf Sublimations- oder Zerfalls-Temperatur des genannten Modells, so dass das Modell schmilzt, sublimiert oder zerfällt, so dass das Modell die Schale verlässt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als weiterer Ver-

fahrensschritt die Schalenform auf eine Brenntemperatur zum Brennen der Schalenform erhitzt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern so angelegt oder ausgewählt sind, dass sie während des Brennens der Schalenform aus der Form eliminiert werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schmelzpunkt der Fasern niedriger ist als die Brenntemperatur, so dass die Fasern beim Brennen der Schalenform schmelzen.

10. Verfahren nach wenigstens einem vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schmelzpunkt der Fasern höher ist als der Schmelzpunkt oder die Zerfalls- oder Sublimationstemperatur der genannten Struktur.

11. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge an Wasser im Schlicker so gewählt wird, dass der Schlicker eine Viskosität im Bereich von 26 bis 32 Sekunden hat, gemessen mit einem B4-Meßbecher.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern ein Gewicht pro Länge von nicht mehr als 250 Denier haben.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass wonach die Fasern ein Gewicht pro Länge im Bereich von 1,5 bis 2,5, vorzugsweise von 1,8 bis 2,1 Denier haben.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der Fasern nicht größer ist als 0,25 mm, vorzugsweise im Bereich zwischen 1 bis 1,5 mm.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die spezifische Dichte der Fasern im Bereich von 0,5 bis 3, vorzugsweise im Bereich von 1 bis 1.5 [g/cm³] liegt.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wasserlöslichen, organisch-chemischen Fasern Polypropylen-, Acryl-, Polyester-, modifizierte Acryl-, Polyamid- oder Viscose/Rayon-Fasern umfassen.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wasserlöslichen, organisch-chemischen Fasern Bikomponenten-Fasern umfassen, die zwei oder mehr Faserarten enthalten, die in jeden einzelnen Bikomponenten-Faser-Strang verwoben oder verschweißt sind.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, danach gekennzeichnet, dass der Gewichtsanteil der Fasern, bezogen auf das Gewicht des Schlickers, unterhalb von 10%, vorzugsweise unterhalb von 5%, weiter vorzugsweise unterhalb von 1%, am besten unterhalb von 0,5% liegt.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als weiterer Verfahrensschritt dem Schlicker ein Anteil an Elastomeren und/oder wasserlöslichen Polymeren hinzugefügt wird.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als weiterer Schritt dem Schlicker ein Anteil eines Antischäummittels, wie z. B. Dimethylpolysiloxan, hinzugefügt wird.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als weiterer Schritt dem Schlicker ein Anteil an Frostschutzmittel hinzugefügt wird.

22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als weiterer Schritt dem Schlicker ein Anteil an einem oder mehreren Feuchthaltemitteln hinzugefügt wird.

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bindemittel ein kolloidales Silica-Sol, oder ein säure- oder alkalihydrolysiertes Ethylsilicat-Bindemittel enthält.

24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die feuerfeste Masse Aluminiumsilikate, Magnesiumoxid und/oder Zirkon[umoxid] enthält.

25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als weiterer

Schritt dem Schlicker ein Anteil an Graphit und/oder Anthrazit-Teilchen und eine Menge von gesinterterem Silizium-Oxid (Quarzgut) hinzugefügt wird.

26. Feuerfest-Schlicker zur Verwendung in dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 25, enthaltend ein Bindemittel, ein feuerfestes Material und eine Menge an wasserunlöslichen Fasern, die eine Länge von weniger als 3 mm haben, dadurch gekennzeichnet, dass dieser Schlicker eine Viskosität im Bereich 10 bis 180 Sekunden hat, gemessen mit einem B4-Meßbecher.

27. Feuerfest-Schlicker gemäß Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass der Wasseranteil im Schlicker so gewählt ist, dass der Schlicker eine Viskosität im Bereich von 26 bis 32 Sekunden hat, gemessen mit einem B4-Meßbecher.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen