



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 199 48 739 B4** 2004.04.29

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 48 739.1**  
(22) Anmeldetag: **09.10.1999**  
(43) Offenlegungstag: **28.06.2001**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **29.04.2004**

(51) Int Cl.7: **C03C 14/00**  
**B22D 29/00, B22D 33/00, B22D 43/00**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

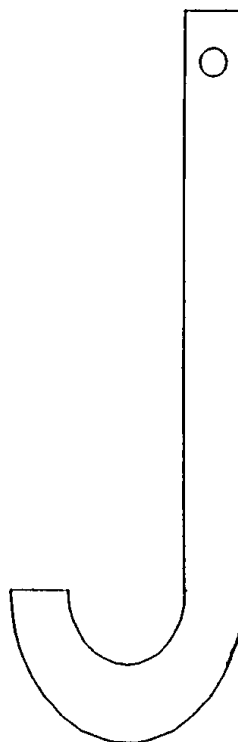
(71) Patentinhaber:  
**Schott Glas, 55122 Mainz, DE**

(72) Erfinder:  
**Liebold, Rainer, Dipl.-Ing., 64569 Nauheim, DE;**  
**Beier, Wolfram, Prof. Dr., 55270 Essenheim, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 43 38 270 C2**  
**DE 689 11 691 T2**

(54) Bezeichnung: **Verwendung von Werkstoffen als Kontaktmaterial zu heißem Metall**

(57) Hauptanspruch: Verwendung eines Verbundwerkstoffes, bestehend aus einer Glas- oder Glakeramikmatrix und wenigstens 30 Vol.-% Verstärkungsfasern, an Einrichtungen zum Handhaben von heißem Metall als Werkzeug, Werkzeugteil oder Beschichtungsmaterial derselben zum Kontaktieren von bis zu 1200 °C heißem Metall.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Verwendung von Werkstoffen als Kontaktmaterial zu heißem Metall an Einrichtungen zum Handhaben (Handling) von heißem Metall.

### Stand der Technik

[0002] In der metallverarbeitenden und metallbearbeitenden Industrie ist es vielfach erforderlich, Metall mit einer Temperatur zwischen 200 °C und 1200 °C zu handhaben oder zu verarbeiten. Dies betrifft Halbzeuge oder Produkte der verschiedensten Metalle sowie Schmelzen von niedrig- oder mittelhochschmelzenden Metallen.

[0003] Die Temperatur der heißen Produkte oder Halbzeuge hängt ab vom jeweiligen Metall und seinem Schmelzpunkt und vom Produktionsschritt und beträgt wenigstens 200 °C, üblicherweise zwischen 300 und 800 °C. Die Einrichtungen, in bzw. mit denen diese Handhabung vorgenommen wird, sind vornehmlich Transport-, Handlings- und Verarbeitungs- sowie Gießmaschinen, dazu gehören Preß-, Verformungs-, Positionierungs-, Umsetz- und Entnahmeschichten bzw. Bauteile dieser Maschinen, die mit dem heißen Metallgegenstand und/oder der Metallschmelze in Kontakt kommen, also z. B. Greifer, Pusher, Schieber, Wender, Absetzplatten, Gleit- und Anlaufschienen, Gleitstücke, Förderbandsegmente, Umlenkrollen, Transportrollen, Abstreifer, Einschiebebalcken, Umlenker, Greiferklauen, Einsätze, Kühlöffeneinschieber, Auflagen für Transporteinrichtungen, Positionierlehren, Formen und Formenteile, Messer, Rinnen oder Behälter, durch oder mit denen die Metallschmelze transportiert wird, usw.

[0004] Dazu sind temperaturbeständige Werkstoffe nötig.

[0005] Häufig bestehen die Bauteile nicht vollständig aus dem temperaturbeständigen Werkstoff, sondern nur die eigentlichen Kontaktbereiche, bei denen eine kombinierte thermo-tribo-mechanische Beanspruchung auftritt.

[0006] Bisher werden als Kontaktmaterialien beim Handhaben von heißen Metallen vor allem Stähle, spezielle Legierungen oder hochtemperaturbeständige metallische Elemente, z. B. Molybdän, und Keramiken wie Calciumsilicate oder  $\text{Si}_3\text{N}_4$  verwendet. Diese haben jedoch Nachteile.

[0007] Keramikmaterialien weisen bei nur eine geringe Temperaturwechselbeständigkeit auf und unterliegen einem hohen Verschleiß, d. h. sie haben nur geringe Standzeiten, was zu hohen Umrüstkosten führt.

[0008] Darüber hinaus neigt massive, monolithische Keramik zu Sprödbrech, insbesondere bei Stoß- und Schlagbeanspruchung, aber auch bei langsam aufgebrachter Spannung wie bei einer Verschraubung, und sie besitzt nur eine schlechte Fügbarkeit, z. B. beim Verschrauben mit Maschinenteilen aus Stahl.

[0009] Metalle und Legierungen besitzen ein hohes

spezifisches Gewicht, was insbesondere bei hohen Taktfrequenzen (Beschleunigungen) zu erhöhtem Energiebedarf führt, sie besitzen eine hohe Wärmeleitfähigkeit, was gegebenenfalls zu erhöhtem, unerwünschtem Wärmeentzug aus der Metallschmelze oder dem zu handhabenden Produkt führt.

[0010] Aufgrund von korrosiven Wechselwirkungen zwischen Werkzeug und Metall, insbesondere Metallschmelze, kommt es zum einen zum erhöhten Verschleiß des Werkzeuges, was mit einem hohen Aufwand hinsichtlich Wartung und Umrüstung der Produktionsanlagen verbunden ist, und zum anderen zur Verunreinigung beispielsweise der Schmelze durch den Abrieb des Werkzeuges oder durch Reaktion von metallischem Werkzeug mit metallischer Schmelze, z. B. einer Al-Schmelze.

[0011] Ein weiterer Nachteil von Metallen als Kontaktmaterial ist die gute Benetzbarkeit der Metalle untereinander, was insbesondere den Einsatz von Metallen als Gußmaterial, z. B. Formen oder Rinnen, einschränkt.

[0012] Für das Handling von heißen Glasgegenständen ist die Verwendung von faserverstärkten Gläsern oder Glaskeramiken bereits aus DE 43 38 270 C2 bekannt. jedoch unterscheidet sich das Anforderungsprofil an Werkstoffe für das Handling von heißen Metallen, speziell von Metallschmelzen, deutlich, nicht nur bezüglich der Temperaturbeständigkeit, sondern auch hinsichtlich Benetzbarkeit, Reibung, chemischer Inertheit gegenüber Metallschmelzen, um artfremde Verunreinigungen der Schmelze zu vermeiden. Bezüglich der Temperaturbeständigkeit sind hier oft Dauerbeständigkeiten bei erhöhten Temperaturen bis ca. 850 °C gefordert, während beim Heißglashandling meist kurze Kontaktzeiten bei u. U. auch höheren Temperaturen vorherrschen.

[0013] DE 689 11 691 T2 beschreibt ein Gefäß aus einem Verbundmaterial, das aus einem hitzebeständigen Material und einer Armierung aus Verstärkungsdraht besteht. Wie sich aus den Angaben zu Drahtdurchmesser und Maschenweite des Maschenwerks oder Netzwerks der Armierung ergibt, ist der Anteil an Verstärkungsdraht gering.

### Aufgabenstellung

[0014] Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, einen Werkstoff zum Handhaben von heißem Metall zu finden, der im genannten Temperaturbereich einsetzbar ist und der die Nachteile des Standes der Technik überwindet.

[0015] Diese Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 1 beschriebene Verwendung eines Verbundwerkstoffes, bestehend aus einer Glas- oder Glaskeramikmatrix und wenigstens 30 Vol-% Verstärkungsfasern, gelöst.

[0016] Bei den Einrichtungen zur Metallbearbeitung oder -verarbeitung weisen die Metallteile, mit denen der Verbundwerkstoff als Werkzeug oder Werkzeugteil oder Beschichtungsmaterial derselben in Kontakt

kommt, Temperaturen von 200 °C bis 1200 °C auf. Niedrig- oder mittelhochschmelzende Metalle liegen auch noch im schmelzflüssigen Zustand in diesem Temperaturbereich. Auch Metallteile aus hochschmelzenden Metallen liegen bei den üblichen Bearbeitungsvorgängen wie Warmumformung, Schmieden oder Weichlöten innerhalb dieses Temperaturbereiches. Unter niedrigschmelzend bzw. mittelhochschmelzend werden hier Metalle verstanden, die einen Schmelzpunkt von < 500 °C bzw. von < 1100 °C haben, z. B. Sn, Pb, Cd (niedrigschmelzend) und Mg, Al, Ag, Cu (mittelhochschmelzend).

[0017] Bei der Herstellung von Bauteilen aus beispielsweise Aluminium hat der Verbundwerkstoff mit Metall mit Temperaturen zwischen 300 °C und 850 °C Kontakt. Dabei ist die Temperatur natürlich beim Handling des schmelzflüssigen Metalls am höchsten und nimmt im Verlauf der Formgebung und Verarbeitung ab.

[0018] Es ist selbstverständlich, daß bei den Temperaturen, bei denen die heißen Metallgegenstände oder -schmelzen gehandhabt werden, der faserverstärkte Glas- oder Glaskeramikwerkstoff nicht schmelzen oder erweichen darf, damit Formstabilität oder Funktion sichergestellt sind.

[0019] Faserverstärktes Glas an sich und seine Herstellung sind seit langem bekannt.

[0020] Prinzipiell kann jedes Glas mit keramischen Fasern verstärkt werden. Um aber innere Spannungen möglichst zu reduzieren bzw. ganz zu vermeiden, ist es sinnvoll, eine gewisse Anpassung der thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Faser und Matrix anzustreben. Da Kohlenstoff- und Siliciumcarbidfasern kleine Wärmedehnungen aufweisen, werden Gläser als Matrix bevorzugt, deren Wärmeausdehnung unter 10 ppm/K liegt.

[0021] Ganz besonders vorteilhaft sind Gläser mit Wärmedehnungen unter 5 ppm/K. Auch der  $T_g$ -Wert des Glases sollte zumindest grob auf die angestrebte Einsatztemperatur des Komposits abgestimmt sein, d.h. es sollte kein Glas mit zu niedriger Glasübergangstemperatur gewählt werden.

[0022] Es hat sich aber gezeigt, daß faserverstärkte Gläser auch bei Temperaturen mit Erfolg eingesetzt werden können, die oberhalb des  $T_g$ -Wertes der Glasmatrix liegen. Ein Beispiel dafür sind Komposite mit einer Matrix aus dem Borosilicatglas Duran® ( $T_g$ : ca. 530 °C), die u.U. bis 700 °C eingesetzt werden können.

[0023] Natürlich hängt die maximal zulässige Temperatur von der Kontaktzeit und der bei der jeweiligen Anwendung tolerierten Verformung ab. Auf jeden Fall liegen eventuelle Verformungen der faserverstärkten Gläser auch bei hohen Temperaturen immer erheblich unter denen der unverstärkten Gläser, wie entsprechende Kriechversuche gezeigt haben.

[0024] Als besonders geeignete Matrixgläser haben sich Borosilicatgläser erwiesen, deren bekannteste Vertreter unter den Bezeichnungen Duran® oder Pyrex® im Handel sind. Diese Gläser haben eine Zusam-

mensetzung (in Gew.%) von etwa 70–80 SiO<sub>2</sub>, 7–13 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4–8 Alkalioxid und 2–7 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und einen  $T_g$  von etwa 500–600 °C.

[0025] Für noch höhere Temperaturbelastungen bieten sich hochtemperaturbeständige Gläser an, wie sie z. B. in der Elektrotechnik oder im Lampenbau Verwendung finden, insbesondere die alkalifreien oder alkaliarmen Aluminosilicat- oder Aluminophosphosilicatgläser, z. B. der Zusammensetzung (in Gew.%) von etwa 50–55 SiO<sub>2</sub>, 20–25 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10–20 Erdalkalioxide, 5–10 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0–5 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0–0.5 Alkalioxide oder der Zusammensetzung 50–55 SiO<sub>2</sub>, 8–12 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10–20 Erdalkalioxide, 20–25 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Diese Gläser besitzen einen  $T_g$  im Bereich von etwa 650–750 °C.

[0026] Auch hoch-SiO<sub>2</sub>-haltige Gläser, d. h. Gläser mit einem SiO<sub>2</sub>-Gehalt von mehr als 70 Gew.-%, sind hochtemperaturbeständig und als Glasmatrix für die erfindungsgemäße Verwendung des Verbundwerkstoffes geeignet. Weiter sind auch Gläser, wie sie in Fernschröhren für die Röhrenteile Trichter und Schirm verwendet werden, als Glasmatrix geeignet. Schirmgläser sind im allgemeinen Alkalierdalkalisilicatgläser mit hohen Anteilen SrO und/oder BaO. Trichtergläser sind meist Gläser derselben Glasart, die zusätzlich noch geringe Mengen PbO enthalten. Dagegen sind Gläser, wie sie für den Hals von Fernschröhren verwendet werden, sogenannte Halsgläser, hoch PbO-haltig und damit wegen der gewünschten Umweltfreundlichkeit der Materialien hier weniger geeignet.

[0027] Glaskeramiken besitzen als Matrix eine noch höhere Temperaturbelastbarkeit. Glaskeramik und ihre Herstellung durch gesteuerte Kristallisation sind seit Jahrzehnten bekannt. Als Glaskeramikmatrix geeignete Stoffsysteme sind z. B. Li<sub>2</sub>O-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>, MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> oder CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>, die durch Zusätze in vielfältiger und bekannter Weise modifiziert werden können. Wegen ihrer guten mechanischen Bearbeitbarkeit sind auch Glaskeramiken die Glimmer als Kristallphase (z. B. Phlogopit-Typs) als Kristallphase enthalten, sehr gut geeignet.

[0028] Verstärkungsfasern für Glas und Glaskeramik sind ebenfalls wohlbekannt; und für den vorliegenden Zweck sind prinzipiell alle anorganischen Verstärkungsfasern geeignet. Hauptsächlich Verwendung finden Fasern aus Kohlenstoff, SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub> und/oder Mullit als Hauptkomponenten, ggf. mit Zusätzen von Si, Ti, Zr, Al, O, C, N, z.B. Fasern des Sialon-Typs (Si, Al, O, N). Besonders geeignet sind Kohlenstoff- und SiC-Fasern.

[0029] Sehr vorteilhaft sind auch Fasern aus Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, speziell sogenannte Saphibers, Fasern aus  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, die eine hohe chemische und thermische Beständigkeit aufweisen. Speziell beim Handling von Aluminium und Aluminiumschmelzen sind sie besonders bevorzugt, da der zwar geringe, aber nicht völlig vermeidbare Faserabrieb dort weniger störend als der Abrieb anderer Fasermaterialien mit zusätzlichen Elementen ist.

[0030] Die Eigenschaften des Verbundwerkstoffes werden durch die Eigenschaften seiner Bestandteile bestimmt. Viele physikalische Eigenschaften wie die thermische Dehnung, die Wärmeleitung, das Kriechverhalten bei thermischer Belastung und das tribologische Verhalten sind innerhalb bestimmter Bereiche variierbar. Somit ist durch die richtige Wahl von Matrixglas/-glaskeramik und Fasern ein Anpassen auf den jeweiligen konkreten Anwendungszweck hin möglich.

[0031] Die Eigenschaften des Verbundwerkstoffes werden durch die Eigenschaften seiner Bestandteile bestimmt. Viele physikalische Eigenschaften wie die thermische Dehnung, die Wärmeleitung, das Kriechverhalten bei thermischer Belastung, das tribologische Verhalten sind innerhalb bestimmter Bereiche variierbar. Somit ist durch richtige Wahl von Matrixglas/-glaskeramik und Faser ein Anpassen auf den jeweiligen konkreten Anwendungszweck hin möglich.

[0032] Für Anwendungen an Luft bis etwa 500 °C (Temperatur des heißen Metalls) ist ein kohlenstofferverstärkter Werkstoff geeignet (abhängig von der tatsächlichen Belastungsdauer und -frequenz sowie weiteren Parametern, wie der Forderung nach geringer Gleitreibung im Trockenlauf), für Anwendungen bei höheren Temperaturen müssen im allgemeinen oxidationsbeständige Fasern verwendet werden, z. B. die teureren SiC-Fasern. Unter inerten oder reduzierenden Bedingungen halten Kohlenstofffasern dagegen auch extremen Temperaturen stand.

[0033] Bei Verwendung mehrerer unterschiedlicher Fasersorten lassen sich sogenannte Hybridkomposite herstellen, die für bestimmte Heißhandlungsaufgaben optimiert sind. Sie können z. B. für Greifer auf ein bestimmtes Haft- bzw. Reibungsverhalten optimiert sein, um sichere Greifvorgänge bei hohen Temperaturen zu gewährleisten. Werkstoffe mit verhältnismäßig hoher Reibung erhält man durch einen hohen Faseranteil an SiC-Fasern. Es kann aber auch erwünscht sein, z. B. bei Schiebern oder Gleitstücken eine möglichst geringe Reibung zwischen Metallgegenstand und Werkstoff zu haben. In diesem Fall soll der Verbundwerkstoff Fasern mit niedrigem Reibungskoeffizienten besitzen, z. B. Kohlenstofffasern, insbesondere solche mit höheren Graphitisierungsgrad.

[0034] Besonders vorteilhaft sind Komposite, die sowohl SiC- als auch C-Fasern enthalten. Erstere gewährleisten eine hohe Grundfestigkeit und niedrigen Verschleiß in heißem Zustand, und letztere bewirken eine gewisse Selbstschmierung.

[0035] Der Faseranteil in dem Kompositwerkstoff liegt bei 30 bis 70 Vol.-%. Einen höheren Füllungsgrad erreicht man nur mit erheblichen Kosten. Aus ökonomischen Gründen wird ein Faseranteil von 30 bis 40 Vol.-% bevorzugt. Bei Verwendung unterschiedlicher Fasersorten richtet man sich nach den gewünschten Eigenschaften der Komposits. Verwendet man ein Gemisch aus SiC- und C-Fasern, so liegt

das Vol.-Verhältnis der beiden Fasersorten in dem Komposit zwischen 1: 20 und 1: 0,05, je nachdem ob man größeren Wert auf eine hohe oder geringe Reibung zwischen Komposit und heißem Metall legt, was von der konkreten Anwendung abhängt. So wird z. B. zum Transportieren von heißen Metallposten eine geringe Reibung und z. B. zum Greifen eine hohe Reibung bevorzugt.

[0036] Es ist weiterhin möglich, den faserverstärkten Glas- bzw. Glaskeramikwerkstoff porös, sei es durch unvollständige Verdichtung oder durch Freisetzung gasförmiger Komponenten während der Herstellung, herzustellen. Durch die Porosität verändern sich die thermische Leitfähigkeit, der Elastizitätsmodul und die Aufnahmefähigkeit für Schmiermittel.

[0037] Die im Komposit eingebauten Fasern können in vielfältiger Weise variiert werden und zwar nicht nur im Hinblick auf die chemische Zusammensetzung, sondern auch im Hinblick auf das Mikrogefüge sowie die äußere Geometrie.

[0038] Das Mikrogefüge der Fasern bestimmt (bei gleicher chemischer Zusammensetzung) die physikalischen Eigenschaften. So gibt es z.B. bei C-Fasern spezielle Hochmodul- und Hochfestfasern, deren unterschiedlicher Graphitisierungsgrad das tribologische und thermische Verhalten beeinflusst. Somit besteht bei Verwendung der gleichen Verstärkungsfasern in begrenztem Umfang eine Variationsmöglichkeit aufgrund derer das Verbundmaterial auf die gewünschten Eigenschaften hin optimiert werden kann.

[0039] Besonders vielfältige Variationsmöglichkeiten bietet die Geometrie (Form und Abmessungen) der Verstärkungsfasern und die Anordnung der Fasern im Komposit.

[0040] So können die Gläser und Glaskeramiken mit Whiskern, Kurzfasern, Langfasern oder Endlosfasern verstärkt werden, weitere Möglichkeiten bestehen bei der Verwendung von Faserplatten, Fasergewebe sowie in der Verwendung von Faserfilz. Darüber hinaus kann der Faserverlauf im Werkstoff der Geometrie des aus dem Werkstoff hergestellten Bauteils angepaßt werden, indem z.B. durch Wickeln zirkuläre oder anders geformte Ringstrukturen oder ringförmige Bauteile erzeugt werden.

[0041] Whisker und Kurzfasern (bis ca. 5 mm Fasertlänge) sind meist isotrop im Komposit verteilt, was zu isotropen Eigenschaften führt, sie können aber auch, z.B. durch Strangpressen bei erhöhter Temperatur partiell ausgerichtet werden. Sehr hohe Bruchzähigkeiten sind mit Whiskern oder Kurzfasern nicht zu erzielen. Lang- und Endlosfasern sind dagegen, zumindest in größeren Partien des Komposits, parallel angeordnet, was eine erhebliche Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des Komposits in dieser Richtung, aber kaum eine Verbesserung senkrecht dazu bewirkt. Jedoch kann auch bei Verwendung von Lang- und Endlosfasern durch einen Laminataufbau, bei dem die Fasern winklig zueinander angeordnet sind, eine weitgehende Isotropierung, zumindest be-

züglich einer Ebene, erreicht werden.

[0042] Generell ist die Kompositherstellung und – formgebung mit Lang – oder Endlosfasern schwieriger als mit Whiskern und Kurzfasern, sie ermöglicht aber dafür die Erzielung von besonders guten mechanischen Werten in Vorzugsrichtungen. Durch die richtige Wahl der Faserarchitektur können Bauteile entwickelt werden, die an die zu erwartende Belastung angepaßt sind. Wie die Faserarchitektur bei faserverstärkten Bauteilen gestaltet werden muß, ist dem Fachmann, z.B. von faserverstärkten Kunststoffbauteilen, bekannt.

[0043] Die Verwendung von Faserfilz und Fasergeewe führt zu Kompositwerkstoffen, die zwar im Vergleich zu Lang- oder Endlosfaserkompositwerkstoffen nur mittelmäßige Festigkeitswerte aufweisen, die aber dafür mit kostengünstigen Techniken produziert werden können. So können Gewebe und Filz beispielsweise auch mit Glasschmelzen oder mit Sol-Gel-Lösungen, die durch eine anschließende Wärmebehandlung in Glas oder Glaskeramik umgewandelt werden können, infiltriert werden.

[0044] Wie die Werkstoffe für den speziellen Einsatzzweck hergestellt werden, d.h. ob mit Whiskern, Endlos-, Lang-, Kurzfasern, Gewebe, Filz usw. richtet sich nach den physikalischen und technischen Anforderungen, also etwa danach, ob bestimmte Eigenschaften isotrop oder anisotrop eingestellt werden sollen und selbstverständlich nach den bei der Herstellung des Werkstoffes auftretenden Kosten, die den Preis des Werkstoffes und damit seine Wirtschaftlichkeit bestimmen.

[0045] Der faserverstärkte Werkstoff kann zur Anfertigung kompletter Werkzeuge oder Werkzeugteile dienen, im allgemeinen ist es jedoch ausreichend und ökonomischer, wenn das Werkzeug oder Werkzeugteil nach wie vor aus Metall besteht und nur an den mit den heißen Metallgegenständen in Berührung kommenden Stellen mit einer Auflage aus dem Werkstoff versehen ist, also mit ihm beschichtet ist. Eine solche Beschichtung kann beispielsweise durch Nieten, Kleben, Schrauben, Klemmen befestigt werden: Infolge der guten mechanischen Bearbeitbarkeit des Werkstoffes durch Sägen, Bohren und Fräsen, bei glimmerhaltigen Werkstoffen (Phlogopit-Typ) auch Drehen, läßt er sich nämlich sehr gut an Stahlteile fügen, insbesondere verschrauben, z.B. als Platten, Stangen, Leisten, als runde Scheibe usw.

#### Ausführungsbeispiel

[0046] Im folgenden wird die Erfindung unter Hinweis auf die beigefügten Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen erläutert.

[0047] **Fig. 1** zeigt einen Haken aus faserverstärktem Glas mit einer Dicke von 3 mm. Er dient zum Handling eines Metall-Ringes bei der Konditionierung in flüssigem Aluminium bei 720 °C. Das faserverstärkte Glas besteht aus einer Aluminosilicatglasmatrix, die 40 Vol.-% SiC-Fasern enthält. Die Fasern

sind in Lagen angeordnet, in denen die Fasern jeweils in einem Winkel von 90° im Vergleich zur vorhergehenden Lage angeordnet sind. Analog ist auch eine Anordnung der Faserlagen jeweils um 45° versetzt möglich.

[0048] **Fig. 2** zeigt in Seiten- und Frontansicht einen Greiferfinger aus faserverstärktem Glas. Jeweils eingezeichnet ist die abgerundete Kontaktfläche **1**, die durch mechanische Bearbeitung wie Schleifen oder Fräsen erzeugt wurde. Das faserverstärkte Glas besteht aus einer Aluminosilicatglasmatrix, die 40 Vol.-% SiC-Fasern enthält. Solche Greiffinger wurden mit unidirektionaler, mit gekreuzter (0°/90°) und mit zufälliger Faseranordnung hergestellt. Bei der unidirektionalen Faseranordnung wurde die Faserorientierung zum einen parallel und zum anderen senkrecht zum zu greifenden Werkstück, z. B. einem Ring aus Stahl, das eine Temperatur von ca. 750 °C hatte. Die normale Ausrichtung der Fasern hat sich dabei besonders bezüglich mechanischer Stabilität und damit erhöhter Standzeit bewährt.

[0049] **Fig. 3** zeigt in Front- und Seitenansicht eine Abstreiferplatte von einer Dicke von 3 mm mit zwei Bohrungen. Sie besteht aus einer Aluminosilicatglasmatrix, verstärkt mit 40 Vol.-% SiC-Fasern in gekreuzter (0°/90°) Faseranordnung. Die Abstreiferplatte steht in dauerndem Kontakt mit der ca. 720 °C heißen Aluminiumschmelze und dient dazu, die an der Oberfläche der Schmelze entstehende Aluminiumoxidhaut zu entfernen.

[0050] **Fig. 4** zeigt eine Platte aus dem in Beispiel 1 bis 3 genannten faserverstärkten Glas mit 0°/90°-Faseranordnung mit zwei Bohrungen. Solche Platten unterstützen und gewährleisten die Positionierung sowohl von gegossenem Aluminium, noch im flüssigen Zustand, als auch von festem Aluminium, beispielsweise abkühlenden oder wärmebehandelten Aluminiumgegenständen, in einem Temperaturbereich zwischen 200 °C und 750 °C.

[0051] Die beschriebenen Verbundwerkstoffe haben in den genannten Anwendungen folgende Vorteile gegenüber dem bisher eingesetzten Materialien gezeigt:

- aufgrund ihrer Inertheit, reduzierte Gefahr der Verunreinigung der Schmelzen im Vergleich zu metallischen Werkstücken,
- erhöhte Standzeit und damit reduzierter Wartungsaufwand vor allem im Vergleich zu Keramiken mit geringer mechanischer Stabilität und mit Thermoschockanfälligkeit
- reduzierter Wartung- und Reinigungsaufwand speziell beim Einsatz in Aluminiumschmelzen aufgrund der schlechteren Benetzbarkeit des Materials

[0052] Die beschriebenen Verbundwerkstoffe sind für alle Einrichtungen zum Handhaben von heißem Metall als Kontaktmaterial für die Stellen geeignet, die mit dem heißen Metall in Berührung kommen, d. h. das handhabende Werkzeug oder Werkzeugteil

kann vollständig aus ihnen bestehen oder kann mit einer Beschichtung aus den Werkstoffen, beispielsweise einer Auflage z. B. in Form einer Leiste oder anderen Kontaktstücken, versehen sein.

[0053] Ihre Eignung für die beschriebene Verwendung, die die der bisher zum Einsatz kommenden Metalle oder Keramiken weit übertrifft, beruht auf folgenden Eigenschaften: Sie sind ausreichend thermisch und mechanisch stabil, sie besitzen eine vergleichsweise geringe Dichte von ungefähr 1,7 bis 2,5 g/cm<sup>3</sup>, eine gute Fügbarkeit, eine hohe Temperaturwechselbeständigkeit, eine hohe Verschleißfestigkeit, was lange Standzeiten bedeutet, eine geringe Wärmeleitfähigkeit, eine hohe chemische Beständigkeit und, speziell bei flüssigen Metallen als Kontaktpartner, eine geringe Benetzbarkeit.

[0054] Je nach den konkreten Anforderungen weiß der Fachmann die optimale Materialkombination auszuwählen. So wird er beispielsweise für auftretende Temperaturen, die sich im oberen Bereich des genannten Temperaturintervalls von 200 °C bis 1200 °C bewegen, eine Auswahl treffen, die zu besonders temperaturbeständigen Werkstoffen führen wird, d. h. eine hochtemperaturbeständige Matrix, z. B. eine Glaskeramik, und besonders temperaturbeständige Verstärkungsfasern wie z. B. SiC oder Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zur Herstellung verwenden.

[0055] Generell ist die Temperaturbelastbarkeit der Werkstoffe natürlich abhängig von der jeweiligen Kontaktzeit. Die Temperaturbelastbarkeit gegenüber den genannten hohen Temperaturen wird um so besser sein, je kurzzeitiger die jeweiligen Kontakte sind.

[0056] Bei Schmelzen, die sich in ständigem und in-nigem Kontakt mit dem Verbundwerkstoff, beispielsweise mit dem Rinnenmaterial, befinden, werden die Anwendungen auf niedrig- und mittelhochschmelzende Metalle beschränkt bleiben.

[0057] Die Standzeiten steigen bei Schmelzen mit niedrigeren Temperaturen deutlich an, so daß die Verwendung der Werkstoffe für Schmelzen mit einer Temperatur von weniger als 850 °C besonders bevorzugt ist.

[0058] Die beschriebenen Werkstoffe können an Einrichtungen zum Handling von heißem Metall beispielsweise für Greifer, Greiferklauen und -finger, Schieber, Wender, Pusher, Haken, Absetzplatten, Formteile, Gleitschienen und -stücke, Umlenk- und Transportrollen, Abstreifer und Abstreiferplatten, Umlenker, Förderbandsegmente, Auflagen für Transporteinrichtungen, Positionierlehren und -platten, Messer, Ofeneinschieber und Einschiebebalken oder Teile davon verwendet werden.

[0059] Die beschriebenen Werkstoffe sind auch als Kontaktmaterial zur Verformung oder Formgebung von heißen Metallgegenständen oder Metallschmelzposten, beispielsweise in Metallguß- oder Preßprozessen geeignet.

[0060] Die beschriebenen Werkstoffe sind speziell als Kontaktmaterial für Metallschmelzen, auch für Formen oder Formteile, Behälter, Gießlöffel oder

Rinnen, also auch zum Transportieren der Metallschmelze, z. B. ihrem Weiterleiten an den Ort der weiteren Verarbeitung, geeignet.

### Patentansprüche

1. Verwendung eines Verbundwerkstoffes, bestehend aus einer Glas- oder Glaskeramikmatrix und wenigstens 30 Vol.-% Verstärkungsfasern, an Einrichtungen zum Handhaben von heißem Metall als Werkzeug, Werkzeugteil oder Beschichtungsmaterial derselben zum Kontaktieren von bis zu 1200 °C heißem Metall.

2. Verwendung nach Anspruch 1, als Werkzeug, Werkzeugteil oder Beschichtungsmaterial derselben zum Kontaktieren von Schmelzen niedrig oder mittelhochschmelzender Metalle.

3. Verwendung nach Anspruch 1, als Werkzeug, Werkzeugteil oder Beschichtungsmaterial derselben zum Kontaktieren von heißen Metallgegenständen.

4. Verwendung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Verstärkungsfasern aus Kohlenstoff, SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Mullit als Hauptkomponenten, ggf. mit Zusätzen von Si, Ti, Zr, Al, O, C, N, bestehen.

5. Verwendung nach Anspruch 4, wobei die Verstärkungsfasern aus Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bestehen.

6. Verwendung nach Anspruch 4, wobei die Verstärkungsfasern aus Kohlenstoff und/oder SiC bestehen.

7. Verwendung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Fasergehalt höchstens 70 Vol.-% beträgt.

8. Verwendung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Glasmatrix aus Borosilicatglas, Aluminosilicatglas oder hoch-SiO<sub>2</sub>-haltigem Glas, d. h. Glas mit einem SiO<sub>2</sub>-Gehalt von mehr als 70 Gew.-% besteht.

9. Verwendung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Glaskeramikmatrix aus einer Glaskeramik aus dem System Li<sub>2</sub>O -AO<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>, MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> oder CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> besteht.

10. Verwendung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Glaskeramikmatrix aus einer Glaskeramik mit Glimmer als Kristallphase besteht.

11. Verwendung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, für Greifer und Greiferklauen, Schieber, Wender, Pusher, Absetzplatten, Formteile, Gleitschienen und -stücke, Umlenk- und Transpor-

trollen, Abstreifer, Umlenker, Förderbandsegmente, Auflagen für Transporteinrichtungen, Positionierlehren, Messer, Ofeneinschieber und Einschiebebalken oder Teile davon.

12. Verwendung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, zur Verformung oder Formgebung von heißen Metallgegenständen oder Metallschmelzposten.

13. Verwendung nach wenigstens einem der Ansprüche 1, 2, 4 – 10, an Formen oder Formenteilen, Rinnen, Behältern, Gießlöffeln.

14. Verwendung nach wenigstens einem der Ansprüche 1, 2, 4 – 10, zum Transportieren von Metallschmelzen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 4

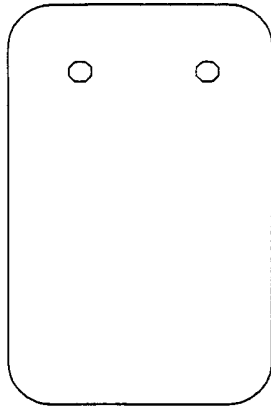


Fig. 3

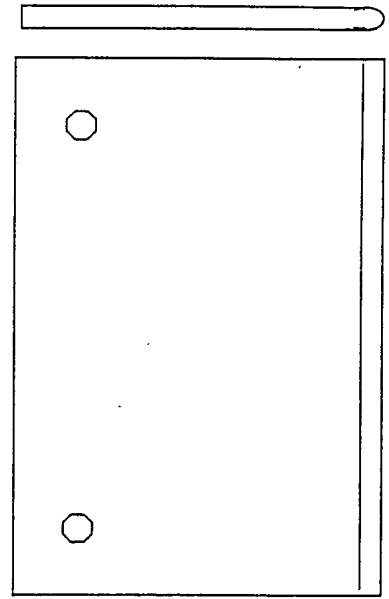


Fig. 1

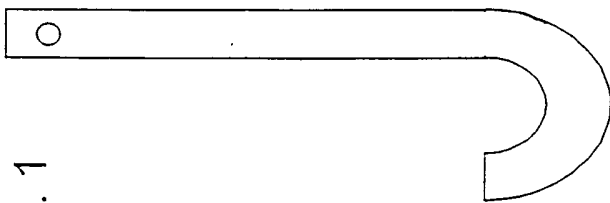


Fig. 2

