

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 590 186 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92116699.7**

(51) Int. Cl.⁵: **B22C 1/00, B22C 9/10**

(22) Anmeldetag: **30.09.92**

(30) Priorität: **30.09.91 DE 4132477**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.04.94 Patentblatt 94/14

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL PT SE

(71) Anmelder: **H. SEELMANN GmbH & CO.**
Bgm.-Dr.-Nebel-Strasse 15
D-97816 Lohr(DE)

(72) Erfinder: **Hanke, Klaus**
Plattenweg 5
W-8770 Lohr - Pflochsbad(DE)
Erfinder: **Spiegel, Peter**
Meisenweg 3 a
W-8770 Lohr(DE)

(74) Vertreter: **Pöhner, Wilfried Anton, Dr.**
Kaiserstrasse 27
Postfach 63 23
D-97013 Würzburg (DE)

(54) **Kern nach dem Wachsausschmelzverfahren.**

(57) Die Erfindung schlägt einen Kern für das Feingießen von Kohlenstoffstählen nach dem Wachsausschmelzverfahren vor, der nach dem Brennen von folgender Zusammensetzung ist:

Poren mit einem Anteil vorzugsweise von 17 % Volumenprozent und folgende feste Bestandteile
Quarz (= SiO₂) mit Körnern von runder oder polyederförmiger Gestalt als Restbestandteil
Zirkon (ZrO₂) sowie

Aluminiumoxid (Al₂O₃) etwa im gleichen Gewichtsprozentanteil wie Zirkon, jedoch geringer als Quarz (= SiO₂)

und im grünen, d.h. ungebrannten Zustand zusätzlich die Bindemittel Wachs und im gleichen Anteil Gewichtsprozent Stearin.

EP 0 590 186 A1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kern für das Feingießen von Kohlenstoffstählen nach dem Wachsausschmelzverfahren und vor dem Brennen des Kernes (grüner Kern).

Beim Formgießen eines Gegenstandes mit schwierigen Hohlräumen, Hinterschneidungen oder Innenkonturen werden neben der eigentlichen Form Kerne eingesetzt. Hierbei ist der Kern so bemessen, daß er die Form und Dimensionen der späteren Hohlräume im Gußstück beschreibt. Dessen Material ist so zu wählen, daß es einerseits beim Gießen die dort herrschenden Drucke und Temperaturen ohne Beeinträchtigung der Form aushält und formbeständig ist und andererseits nach dem Aushärten durch Anwendung von Flüssigkeiten wie Laugen, Säuren, Salze problemlos und rasch aus dem Gußstück ausgelöst werden kann.

Besonders bei komplizierten Formgebungen der Hohlräume erfolgt die Herstellung der Gußteile im Wachsausschmelzverfahren mit Hilfe des Kernes. Hierzu wird zunächst der sog. grüne Kern entsprechend der späteren Form des Hohlraumes hergestellt, der Binde- und Gleitmittel enthält - hierbei handelt es sich entsprechend der Verfahrensbezeichnung meistens um Wachs und ähnliche stoffliche Verbindungen - die in einem späteren Brennvorgang rückstandslos verbrennen und hierdurch Poren im Material hinterlassen. Erst der hierbei erhaltene Kern dient der Herstellung des Stahlgußteiles, indem er in eine Form eingelegt und mit Wachs umgossen wird. Nach dem hieran sich anschließenden Abgießen der Teile erfolgt die Freilegung der Hohlräume im Gußstück durch Auswaschen mit Hilfe von Laugen, Säuren, Salzen und anderen Flüssigkeiten, wozu sich erfahrungsgemäß alle Arten von Silikatverbindungen eignen.

Im Stande der Technik sind Kerne für das Feingießen nach dem Wachsausschmelzverfahren bekannt, die in ihrem grundsätzlichen Aufbau dominierend aus Quarz in der Form von Christobalit und/oder Tridynit und/oder Quarzglas unter Beigabe eines Bindemittels in Form von Stearin oder Kunststoff sowie von Zirkonsilikat bestehen. Hinzu kommen noch Zuschlagsstoffe in Form von Sinterhilfsmitteln, die ein Zusammenbacken bei niederen Temperaturen unterstützen sollen. Das SiO_2 in der oben angegebenen Verbindung liegt in Nadel- oder Plättchenform vor. Als nachteilig ist anzusehen, daß es trotz intensiver Bemühungen bislang nicht gelungen ist, eine hinreichend hohe Maßgenauigkeit sowie eine geringe Schwindung zu erreichen.

Hiervon ausgehend hat sich die Erfindung die Weiterentwicklung derartiger, für das Feingießen nach dem Wachsausschmelzverfahren einsetzbarer Kerne zur Aufgabe gemacht, eine höhere Maßgenauigkeit aufgrund geringerer Schwindung zu erreichen.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, daß der Kern folgende Bestandteile aufweist:

Quarz (= SiO_2) mit Körnern von runder oder polyederförmiger Gestalt als Restbestandteil

Zirkon (ZrO_2) sowie Aluminiumoxid (Al_2O_3) etwa im gleichen Gewichtsprozentanteil wie Zirkon, jedoch geringer als Quarz (= SiO_2)

als Bindemittel Wachs und im gleichen Anteil Gewichtsprozent Stearin.

Der überwiegende Anteil besteht aus normalem, nicht vorbehandeltem SiO_2 mit Körnern von polyeder- oder kugelförmiger Gestalt. Im Hinblick auf die Komponente SiO_2 ist für die Erfindung folgendes entscheidend:

Grundsätzlich gilt, daß SiO_2 bei der Erhitzung einen Volumenzuwachs von bis zu 20 % erfährt sowie umgekehrt beim Abkühlen zusammenschrumpft. Die nachteilige Folge ist eine hohe Reißfreudigkeit. Entscheidend ist, daß bei einer Temperatur von 1200° und den im grünen Kern herrschenden hohen Drucken in den Kontaktpunkten der einzelnen SiO_2 -Körner miteinander durch physikalische Krafteinwirkung im Sinne eines Anbakens in den Berührungspunkten eine Vernetzung zustande kommt. Die Folge ist eine hohe Festigkeit, die der Keramik die Eigenschaften einer dicht brennenden Keramik mit Poren verleiht, mit der Folge wesentlich höherer Temperaturfestigkeit bei Wasserdurchlässigkeit. Es handelt sich um eine Keramik mit Porenbildung.

Zur Erreichung dieser Strukturen entscheidend ist, daß die Quarzkörner etwa kugelförmig sind. Diese Form ergibt sich zwangsläufig bei der mechanischen Zerkleinerung von SiO_2 in den dafür vorgesehenen Anlagen. Die nadel- und plattenförmigen Strukturen des SiO_2 , wie sie im Stande der Technik eingesetzt werden, entstehen durch Zerkleinern in Brecher oder Rohrmühlen. Die etwa kugelförmige Körnung ist demzufolge die am Markt preisgünstigste Körnung.

Die Menge an SiO_2 überwiegt in Gewichtsprozenten die weiteren Bestandteile erheblich und sie werden so gewählt, daß sich zusammen mit den übrigen Komponenten die mathematisch exakten 100 % ergeben.

Der weitere Bestandteil Zirkon (= ZrO_2) wird in 18 bis 26,5 Gewichtsprozent beigegeben und ist in chemischer Hinsicht außerordentlich reaktionsträge. Die Folge ist ein volumenstabilisierender Einfluß auf die Keramik, eine hohe, weit über der des Metalls liegende Erweichungstemperatur von 2715°C (beim Gießen von Metall treten Temperaturen zwischen 1450° bis 1780°C in der Form auf), die ebenfalls eine hohe Formstabilität und eine geringe Schwindung zur Folge hat. Der Vorteil im Vergleich zum später noch im einzelnen er-

wähnten Aluminiumoxid besteht in der leichten Verarbeitbarkeit und in dem vergleichsweise hohen Maß an Weichheit. Die naturgemäß hohe Reinheit des Materials trägt auch zu einer hohen Erweichungstemperatur bei, da Verunreinigungen naturgemäß eine Senkung der Weichungstemperatur zur Folge haben.

Im Hinblick auf die Volumenstabilisierung ist von besonderem Vorteil, magnesium-(Mg)-stabilisiertes Zirkonoxid zu verwenden.

Des weiteren wird Aluminiumoxid etwa im selben Gewichtsanteil wie Zirkonoxid ($= \text{ZrO}_2$), d.h. ebenfalls aus dem Bereich von 18 bis 26,5 Gewichtsprozent beigegeben. Auch Aluminiumoxid ($= \text{Al}_2\text{O}_3$) ist außerordentlich reaktionsträge und liefert somit ebenfalls einen Beitrag zur Volumenstabilisierung. Die Folge ist, daß auch nach mehrmaligem Brennen die Erweichungstemperatur konstant bleibt, daß eine geringe Schwindung und keine nennenswerte Ausdehnung stattfindet. Der Nachteil ist die schlechte Verarbeitbarkeit.

Die soeben beschriebenen Komponenten bestimmen den stofflichen Aufbau eines Kernes nach dem Brennvorgang. Er weist eine hohe Festigkeit auf, gute, d.h. glatte Oberflächen, kein Schwinden, eine vorteilhafte Temperaturwechselbeständigkeit sowie homogene Poren. Weiter ist die Maßgenauigkeit sehr hoch, da wenig Spannung beim Brennen und beim Entgasen entsteht, was Anlaß zu Verzug geben würde.

Die Vorteile des keramischen Kernes bieten überlegene Eigenschaften, die sich in zahlenmäßiger Hinsicht wie folgt ausdrücken. Die Schwindung beträgt nur noch 0,1 %, gegenüber den Kernen des Standes der Technik, bei denen sie mindestens 0,5 % beträgt. Die hohe Maßgenauigkeit ergibt Toleranzen von $\pm 0,023$ % auf 100 mm Länge.

Bevor man den für den eigentlichen Gußvorgang verwendeten und bereits einmal gebrannten Kern erhält, ist zunächst die Herstellung eines sog. grünen Kernes erforderlich, was in aller Regel mit Hilfe von Spritzguß bei Temperaturen von max. 130°C erfolgt. Neben den oben erwähnten stofflichen Komponenten sind zusätzlich Bindemittel vorhanden, die während des späteren Brennvorganges rückstandslos verbrennen und verdampfen und hierdurch die die Poren bildenden Hohlräume entstehen lassen. Als Binde- oder Gleitmittel werden Stearin und Wachs etwa in gleichen Gewichtsprozenten, d.h. ca. 5,5 Gewichtsprozent eingesetzt.

Stearin hat die Eigenschaft, sehr hart und deshalb schwierig beim Entformen des grünen Kernes zu sein. Es klebt, ist unelastisch und deshalb stark bruchanfällig und in der Anschaffung teuer. Das Schmelzintervall ist gering. Der Vorteil besteht im rechtzeitigen Abbinden beim Einspritzen in die Form, so daß ein Festkleben verhindert wird, eine hohe Härte und damit eine entsprechend geringe

Kratzempfindlichkeit sowie eine sehr gute Fähigkeit zum Verdampfen.

Wachs hingegen hat den Vorteil eines großen Erweichungsintervalles und wird deshalb nie vollständig flüssig wie Wasser. Es hat die Eigenschaft aufgrund der hohen Oberflächenspannung die sie umgebenden Partikel vollständig zu umschließen. Es weist eine gute Benetzbarkeit auf und ist bestrebt, aufgrund der Oberflächenspannung stets die Kugelform einzunehmen.

Die Bindemittel umschließen die Rohstoffe, so daß sich eine hohe Standkraft der grünen Kerne ergibt. Man erreicht zudem eine gleichmäßige Ausformung der Formhohlräume in der Spritzgießform. Des weiteren wird durch die völlige Umhüllung der Körner mit Bindemittel und durch eine zusätzliche Kühlung während des Spritzvorganges die Teilchenorientierung weitgehend eliminiert.

Das Herstellen eines Gußteiles aus Stahl mit Hilfe von durch einen Kern erzeugte Hohlräume geschieht wie folgt und ist aus dem Stande der Technik bekannt:

Als erstes wird, idR unter Zuhilfenahme einer Form und Spritzgießmaschine der Kern hergestellt, der neben den einzelnen Komponenten der späteren Form - im Falle der Erfindung handelt es sich um Quarz ($= \text{SiO}_2$) von kugelförmiger Körnung, Zirkon ($= \text{ZrO}_2$) und Aluminiumoxid (Al_2O_3) - zusätzlich Bindemittel aufweist. Nach dem Herstellen des grünen Kernes wird dieser gebrannt mit dem Ziel, die aus Wachs, Stearin oder dgl. bestehenden Bindemittel zu verbrennen und auf diese Weise Hohlräume und Poren innerhalb des nunmehr entstehenden Kernes zu hinterlassen. Erst dann erfolgt der eigentliche Feingußprozeß, in dem der auf diese Weise erhaltene Kern in eine Form eingelegt, mit Wachs umspritzt, das Wachsteil zusammen mit dem Keramikern in Tauchkeramik als Maske getaucht wird und nach dem Ausschmelzen und Brennen der getauchten Keramikschale Stahl eingegossen wird. Zur Freilegung der Hohlräume im Gußstück wird anschließend der Quarz unter Verwendung von Laugen, Säuren aus dem Werkstück ausgelöst.

Für die Erzeugung des Keramikernes mit den angestrebten Eigenschaften (Schwindung 0,1 %, Maßgenauigkeit $\pm 0,02$ %) kann in entscheidendem Umfang die optimale Durchführung des Brennvorganges beitragen. Zunächst verläuft die Brennkurve des grünen Kernes bis 450° langsam ansteigend unter Zufuhr von Luft, so daß Oxidationen vorhanden sind, die eine Einlagerung von Kohlenstoff verhindern. Man erreicht durch die Freiheit von Kohlenstoff, daß keine nachteiligen Reaktionen mit Stahl entstehen können. Die Binde- und Gleitmittel müssen in diesem Teil der Brennkurve möglichst rückstandslos verbrennen.

Im Bereich von 450° bis 700° wird etwas schneller ansteigend, und ohne die Zuführung von Luft (= neutraler Brand) hochgeheizt, um das Wachsen der einzelnen Komponenten gering zu halten. Beim raschen Aufheizen wären die Volumenänderungen der Quarzkomponente wesentlich gravierender.

Ab 700° C kann rasch aufwärts bis auf die endgültige Brenntemperatur geheizt werden. Hier treten die beschriebenen Reaktionen in den Kontaktpunkten benachbarter Körner auf. Die Haltezeit kann zwei bis fünf Stunden betragen und die daran anschließende Abkühlphase kann in ihrer Zeitabhängigkeit beliebig gestaltet werden.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung lassen sich dem nachfolgenden Beschreibungsteil entnehmen, in dem anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert ist.

Sie zeigt in schematischer Wiedergabe und teilweise in Querschnittsdarstellung gehalten einen Schnitt durch einen Kern von erfindungsgemäßer Beschaffenheit.

Dargestellt sind drei Bereiche, die jeweils ein Korn von den drei den gesamten Kern aufbauenden Elementen wiedergibt, nämlich SiO₂ (1), Al₂O₃ (2) und ZrO₂ (3). Aufgrund des hohen Druckes entstehen zwischen den einzelnen Körnern (1-3) punktuelle Verklebungen, die die benachbarten Körner miteinander verbinden. Diese physikalische Strukturierung während des Brennens bedingt eine hohe Festigkeit, die dem Kern Eigenschaften verleihen, die vergleichbar sind mit den dichtbrennenden Keramiken mit Poren.

Zwischen diesen, sowohl im gebrannten als auch ungebrannten Zustand des Kernes vorliegenden und als Bereiche dargestellten Stoffanteile befindet sich das Bindemittel in Form von Wachs und Stearin, die zu einem Nichtaufquellen und zu einem Unterbinden jeglicher chemischer Reaktion beitragen. Die Bindemittel bewirken weiter eine hohe Standkraft des "grünen Kernes", d.h. des Kernes vor dem Ausbrennen. Gleichzeitig erreicht man eine gleichmäßige Ausformung der Hohlräume des Werkzeuges während des Spritzgusses, d.h. der Herstellung des grünen Kernes. Weiter bedingt die Umhüllung eine weitestgehende Beseitigung und Eliminierung der Teilchenorientierung.

Die Zeichnung gibt den grünen Kern, d.h. den ungebrannten Kern wieder, so daß die Bindemittel, die im erfindungsgemäßen Fall aus Wachs und Stearin (4) bestehen, angedeutet sind. Nach dem Brennen ändert sich die in der Zeichnung wiedergegebene Struktur dahingehend, daß das Bindemittel (4) restlos verbrannt ist und an dessen Stelle Hohlräume und Poren entstehen. Die Lage der Körner des Quarz (= SiO₂), Aluminiumoxid (= Al₂O₃) und Zirkon (= ZrO₂) bleiben hierdurch un-

geändert.

Im Ergebnis erhält man einen keramischen Kern für das Feingießen nach dem Wachs ausschmelzverfahren, der sich durch seine hohe Maßgenauigkeit und Festigkeit, seine homogenen Poren bei minimaler Schwindung auszeichnet.

Patentansprüche

1. Kern für das Feingießen von Kohlenstoffstählen nach dem Wachs ausschmelzverfahren und vor dem Brennen des Kernes (grüner Kern), **gekennzeichnet durch** folgende Bestandteile: Quarz (= SiO₂) mit Körnern von runder oder polyederförmiger Gestalt als Restbestandteil Zirkon (ZrO₂) sowie Aluminiumoxid (Al₂O₃) etwa im gleichen Gewichtsprozentanteil wie Zirkon, jedoch geringer als Quarz (= SiO₂) als Bindemittel Wachs und im gleichen Anteil Gewichtsprozent Stearin.
2. Kern nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anteil von Zirkon (ZrO₂) und/oder Aluminiumoxid (Al₂O₃) 18 bis 26,5 Gewichtsprozent beträgt.
3. Kern nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bindemittel Wachs und/oder Stearin einen Anteil von etwa 5,5 Gewichtsprozent besitzen.
4. Kern für das Feingießen von Kohlenstoffstählen nach dem Wachs ausschmelzverfahren und nach dem Brennen des Kernes, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kern Poren mit einem Anteil vorzugsweise von 17 % Volumenprozent aufweist und die festen Bestandteile von folgender Zusammensetzung sind: Quarz (= SiO₂) mit Körnern von runder oder polyederförmiger Gestalt als Restbestandteil Zirkon (ZrO₂) sowie Aluminiumoxid (Al₂O₃) etwa im gleichen Gewichtsprozentanteil wie Zirkon, jedoch geringer als Quarz (= SiO₂)
5. Verfahren zum Brennen des rohen Kernes (grünen Kernes) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brenntemperatur im Bereich bis zu 450° langsam und unter Zufuhr von Luft erhöht wird (oxidierender Brand) im Bereich von 450° bis 700° weiterhin langsam ansteigt, jedoch etwas schneller als im ersten Teil der Brennkurve und bei neutralem Brand geführt wird, ab 700° rasch aufwärts geheizt wird bis auf 1200° und anschließend in neutraler Atmosphäre eine Haltezeit von zwei bis fünf Stun-

den eingehalten wird, bei anschließender beliebiger Zeitabhängigkeit der Abkühlphase.

5

10

15

20

25

30

35

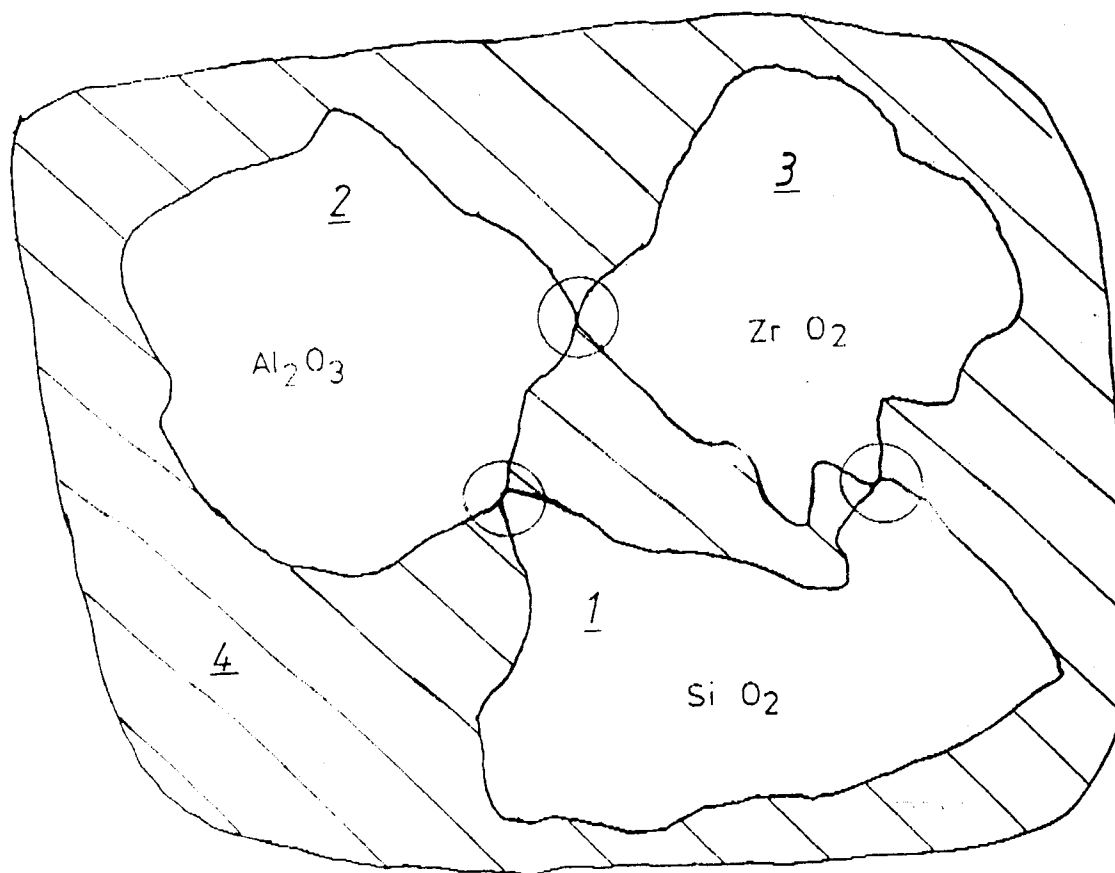
40

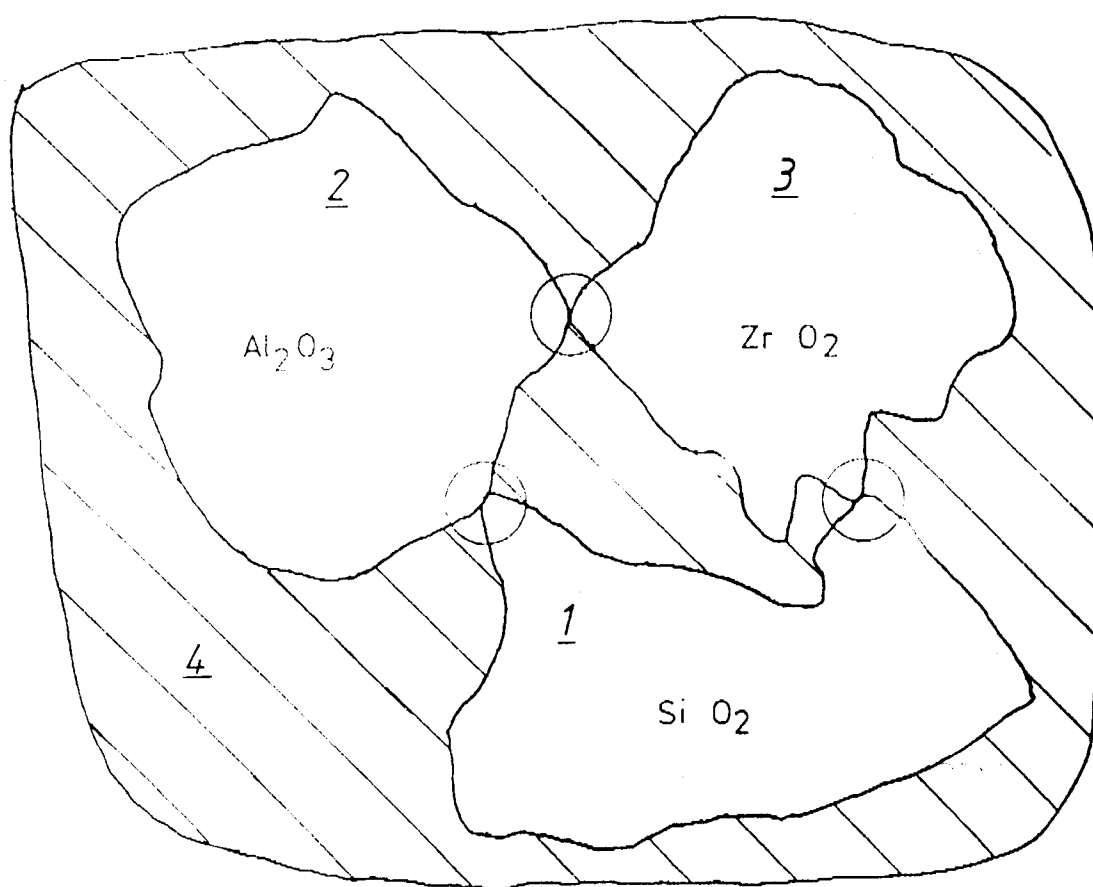
45

50

55

5







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 92 11 6699

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
A	GB-A-2 202 541 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 28. September 1988 * Beispiel * * Ansprüche 1-4 * -----	1,5	B22C1/00 B22C9/10
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			B22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 18. Januar 1994	Prüfer RIBA VILANOVA, M
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	