



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 211 001 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.06.2002 Patentblatt 2002/23

(51) Int Cl.7: **B22C 9/04, B22C 21/14**

(21) Anmeldenummer: **01128084.9**

(22) Anmeldetag: **27.11.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- **Brandl, Herbert**
79761 Waldshut-Tiengen (DE)
- **Hoffs, Alexander**
5213 Villnachern (CH)
- **Mücke, Roland**
5210 Windisch (CH)
- **Riazantsev, Sergej**
343 Moskau (RU)

(30) Priorität: **04.12.2000 DE 10060141**

(71) Anmelder: **ALSTOM Power N.V.**
1101 CS Amsterdam (NL)

(74) Vertreter: **Pöpper, Evamaria, Dr. et al**
ALSTOM (Schweiz) AG
Intellectual Property CHSP
Haselstrasse 16/699, 5. Stock
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Beeck, Alexander, Dr.**
Orlando, Florida 32828 (US)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Gussteils, Modellform und keramischer Einsatz zum Gebrauch in diesem Verfahren**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Gussteils (6) einer thermischen Turbomaschine mit einem bekannten Gussverfahren. Zwischen einer Modellform (9) und einem keramischen Einsatz (2) befinden sich an dem keramischen Einsatz (2) Vorsprünge (3), wobei die Vorsprünge einen Winkel (α ,

β) zwischen der Mittellinie (10) und der Aussenkante der Vorsprünge (3) von kleiner 30° besitzen und wobei die Vorsprünge (3) sowohl zur Fixierung des Einsatzes (2) während des Gussverfahren als auch zur Reduktion des Kerbfaktors in den Aussparungen (8), welche am Gussteil (6) entstehen, dienen.

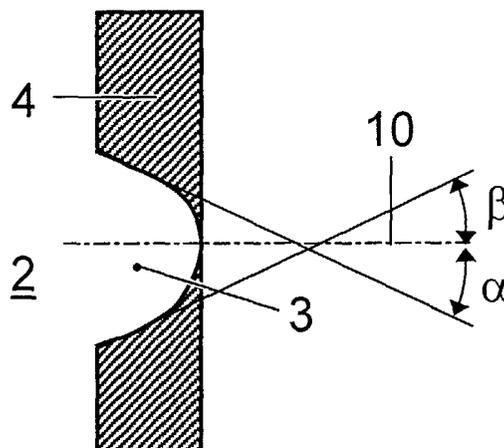


Fig. 3a

EP 1 211 001 A2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Gussteils einer thermischen Turbomaschine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1, auf eine Modellform enthaltend einen keramischen Einsatz gemäss dem Oberbegriff des Anspruch 8 und auf einen keramischen Einsatz zum Gebrauch in einem solchen Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 13.

STAND DER TECHNIK

[0002] Gussteile thermischer Turbomaschinen werden durch bekannte Gussverfahren hergestellt. Gussöfen für solche Gussverfahren sind beispielsweise aus den Schriften EP-A1-749 790, US-3,763,926 oder US-3,690,367 bekannt.

[0003] Ein Verfahren zur Herstellung eines komplexen Teils einer Gasturbine mittels einer Gussform ist beispielsweise aus der Schrift US-5,296,308 bekannt. Ein Wachsmo-
dell des zu giessenden hohlen Teils wird durch eine Modellform und einen keramischen Einsatz hergestellt. Danach wird diese Modellform entfernt und um das Wachsmo-
dell eine keramische Gussform durch einen Schlicker geformt. Nachdem das Wachs ausgebrannt worden ist, kann das Gussteil mittels eines oben
erwähnten Gussverfahrens hergestellt werden. In der Schrift US-5,296,308 wird vorgeschlagen, an dem keramischen Einsatz Vorsprünge anzubringen. Dies soll
zum einen erreichen, dass die Wanddicke des zu giessenden Teils in einem gewissen Toleranzbereich liegt. Zum anderen kann die Fixierung des keramischen Ein-
satzes in der Gussform während des Giessverfahrens sichergestellt werden. Der Einsatz dieser Vorsprünge zu den genannten Zwecken hat sich generell bewährt.

[0004] Die Vorsprünge haben aber auch wenig vorteilhafte Nebenerscheinungen. In der Wand des Gussteils entstehen durch diese Vorsprünge Aussparungen. Der Kerbfaktor dieser Aussparungen ist bisher relativ gross. Nachteilig ist, dass diese Aussparungen deshalb nur in bestimmten Bereichen auf der Bauteiloberfläche angeordnet werden können, da die Spannungen, die während des Betriebs auf das Bauteil wirken, unter Umständen zu gross sein können, so dass es zu Rissen in den betroffenen Bauteilen kommen kann.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Gussteils einer thermischen Turbomaschine mittels eines bekannten Gussverfahrens zu schaffen, wobei die Gussform des Gussteils mit einem Wachsmo-
dell und einem keramischen Einsatz hergestellt wird und wobei sich an dem

Einsatz Vorsprünge befinden, welches den Kerbfaktor an den Aussparungen des Gussteils, welche durch die Vorsprünge des Einsatzes entstehen, verringert. Es besteht weiter die Aufgabe, eine Modellform und einen keramischen Einsatz für dieses Verfahren zu schaffen.

[0006] Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe durch ein Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass an dem Gussteil Aussparungen durch die Vorsprünge des keramischen Einsatzes hergestellt werden, wobei die Vorsprünge einen Winkel zwischen der Mittellinie und der Aussenkante der Vorsprünge von kleiner 30° aufweisen. Die Aufgabe wird auch durch eine Modellform enthaltend einen keramischen Einsatz gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 8 und einen keramischen Einsatz gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 13 gelöst, dass die Vorsprünge einen Winkel zwischen der Mittellinie und der Aussenkante der Vorsprünge von kleiner 30° aufweisen.

[0007] Vorteilhaft verringert sich dadurch der Kerbfaktor der an den Gussteil entstehenden Aussparungen. Der Kerbfaktor verringert sich noch weiter, sofern der Winkel zwischen der Mittellinie und der Aussenkante der Vorsprünge kleiner 15° ist. Die Vorsprünge können an Stellen des Gussteils angeordnet sein, an welchen es aufgrund erhöhter Spannungen während des Betriebes bisher nicht möglich war. Eine höhere Dichte der Vorsprünge ist denkbar. Durch eine verbesserte Verteilung bzw. eine erhöhte Anzahl der Vorsprünge ist die Fixierung des keramischen Einsatzes in der Modellform bzw. in der keramischen Gussform während des Gussprozesses verbessert. Entsprechend eines weiteren Ausführungsbeispiels ist es denkbar, dass die Winkel an verschiedenen Seiten des Vorsprungs unterschiedlich gross sind, d.h. unterschiedlich Werte haben.

[0008] Eine vorteilhafte Ausführungsform liegt vor, wenn die Vorsprünge in die Modellform hineinragen. Zum einem wird eine klarere Kontur der Ränder der Aussparungen erreicht. Die Bewegung des keramischen Einsatzes in paralleler Richtung zur Wand des Gussteils ist in einem gewissen Rahmen möglich. Dies kann u.U. einen Bruch des keramischen Einsatzes durch daran wirkende Thermo-Spannungen während des Gussverfahrens verhindern. Durch die Ausführung der Aussparungen an der Modellform, in welche die Vorsprünge ragen, mit einem flachen Grund, wird dieses Ziel verbessert erreicht.

[0009] Zur weiteren Reduktion des Kerbfaktors an den Aussparungen ist es vorteilhaft, die am Gussteil durch die Vorsprünge entstandenen Aussparungen von der äusseren Seite des Gussteils her teilweise in einer konischen oder zylindrischen Form auszuschleifen oder zu erodieren. In die Aussparung des Gussteils wird ein zylindrischer, konischer oder runder Stift angebracht. Dieser Stift kann beispielsweise gelötet oder geschweisst werden. Das Verschliessen der Aussparungen verhindert ein Austreten von Kühlluft. Ein weiterer Vorteil dieses Verschliessens liegt darin, dass eine lokale Überhitzung der Ränder der Aussparungen verhin-

dert wird. Dies kann beim Reinigen von beschichteten Schaufeln beispielsweise durch Lichtbogenreinigung auftreten.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0010] Die Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher dargestellt, wobei

Fig. 1 ein Wachsmodell einer Turbinenschaufel mit einem Einsatz zeigt,

Fig. 2 einen Schnitt gemäss der Linie II - II in der Figur 1 zeigt,

Fig. 3a,b zwei Ausführungsformen von erfindungsgemässen Vorsprüngen gemäss dem Ausschnitt III in der Figur 2 zeigen,

Fig. 4a,b ein fertiges Gussteil, an welchem von der äusseren Oberfläche eine weitere Aussparung angebracht worden ist, darstellen und

Fig. 5a,b die an den fertigen Gusstücken durch die erfindungsgemässen Vorsprünge entstandenen Aussparungen und deren Verschiessen durch Stifte darstellen.

[0011] Es werden nur die für die Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt. Gleiche Elemente sind in unterschiedlichen Zeichnungen mit gleichen Bezugszeichen versehen.

WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0012] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines thermisch belasteten Gussteils einer thermischen Turbomaschine. Dabei kann es sich im einzelnen beispielsweise um eine Leit- oder Laufschaufel einer Gasturbine oder eines Brennkammerteils handeln. Diese Gussteile und das erfindungsgemässe Verfahren zu ihrer Herstellung werden im folgenden anhand der beiliegenden Figuren näher erläutert.

[0013] Diese Gussteile werden mit allgemein aus dem Stand der Technik bekannten Gussöfen hergestellt. Mit einem solchen Gussöfen können komplex ausgebildete und hohen thermischen und mechanischen Belastungen aussetzbare Bauteile hergestellt werden. Gussteile von thermischen Turbomaschinen sind in der Regel einkristalline (SX) oder gerichtet erstarrte (DS) Bauteile. Die Erfindung ist darauf jedoch in keiner Weise beschränkt. Sie kann sich vielmehr auch auf ungerichtet erstarrte Bauteile (CC) erstrecken.

[0014] Die Figur 1 zeigt ein Wachsmodell 1 einer zu giessenden Turbinenschaufel. Dieses Wachsmodell 1 wird in ein flüssiges, keramisches Material, welches auch Schlicker genannt wird, eingetaucht. Dabei bildet sich um das Wachsmodell 1 die spätere keramische Gussform des Gussteils. Anschliessend wird das keramische Material getrocknet, so dass die Gussform, mit welcher das Gussteil hergestellt wird, entsteht. Nach dem Trocknungsvorgang des Schlickers wird das

Wachs 4 durch eine geeignete Wärmebehandlung entfernt, d.h. ausgebrannt. Bei diesem Verfahrensschritt wird auch die Gussform gebrannt, d.h. sie enthält auf diese Weise ihre Festigkeit. Das Gussteil wird mit der so entstandenen Gussform durch einen aus dem Stand der Technik bekannten Gussöfen auf an sich bekannte Weise hergestellt. Später wird die keramische Gussform auf geeignete Weise entfernt, so zum Beispiel durch Anwendung einer Säure oder einer Lauge.

[0015] Die Turbinenschaufel, welche aus dem Wachsmodell 1 der Figur 1 hergestellt wird, besitzt einen Hohlraum, in welchen während des Betriebs der Turbomaschine Kühlluft eingeleitet werden kann. Wie aus der Figur 1 sichtbar, befindet sich im Inneren des Wachsmodells 1 während des Herstellungsvorgangs der Gussform ein keramischer Einsatz 2, welcher die Geometrie des Hohlraums wiedergibt. Dieses Wachsmodell 1 wird durch eine andere, in der Figur 1 nicht dargestellten Modellform 9 hergestellt, wobei flüssiges Wachs 4 zwischen die Modellform 9 und den sich darin befindenden keramischen Einsatz 2 gegossen wird, welches danach erstarrt.

[0016] Die Figur 2 zeigt einen Schnitt gemäss der Linie II - II der Figur 1 durch das Wachsmodell 1 und den keramischen Einsatz 2. Der keramische Einsatz 2 ist mit erfindungsgemässen Vorsprüngen 3 ausgestattet. Die Vorsprünge 3 ragen in das Wachs 4 des Wachsmodells 1.

[0017] Die erfindungsgemässen Vorsprünge 3 und die Aussparungen 5, welche dadurch an dem Gussteil 6 entstehen, sind in den Figuren 3, 4 und 5 näher dargestellt. Wie aus der Figur 3a ersichtlich, wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, die Vorsprünge 3 mit einem Winkel α , β zwischen einer Mittellinie 10 der Vorsprünge 3 und der Aussenkante der Vorsprünge 3 nicht über 30° zu fertigen. Die Kerbfaktoren an den Aussparungen 5, welche durch die Vorsprünge 3 an dem Gussteil 6 entstehen (Fig. 4, 5) werden dadurch vorteilhaft reduziert. So können die Vorsprünge 3 auch an Stellen des Gussteils 6 angeordnet sein, an welchen es aufgrund erhöhter Spannungen während des Betriebes bisher nicht möglich war. Auch eine höhere Dichte der Vorsprünge 3 auf der Oberfläche ist denkbar. Dadurch ist eine verbesserte Verteilung bzw. eine erhöhte Anzahl der Vorsprünge 3 möglich. Das hat zur Folge, dass die Fixierung des keramischen Einsatzes 2 in der Modellform 9 bzw. in der keramischen Gussform während des Gussprozesses verbessert ist. In einer besonderen Ausführungsform ist der Winkel α, β zwischen der Mittellinie und der Aussenkante der Vorsprünge sogar kleiner 15° . Dies verringert den Kerbfaktor noch weiter. Entsprechend dem Ausführungsbeispiel der Figur 3a ist es auch denkbar, dass die Winkel α , β an verschiedenen Seiten des Vorsprungs 3 unterschiedlich gross sind, d. h. unterschiedlich Werte haben.

[0018] Die Ausführungsform der Figur 3b eines erfindungsgemässen Vorsprungs 3 zeichnet sich dadurch aus, dass der Vorsprung 3 über die Oberfläche des

Wachsmodells 1 hinaus in Ausbuchtungen 11 der Modellform 9 herausragt. Dabei wird es sich um eine Länge von ca. 1 bis 2 mm handeln. Eine solche Anordnung ist vorteilhaft, weil sich eine klarere Abgrenzung der Ränder der Aussparung 5 an dem fertigen Gussteil 6 ergibt. Eine dünne Gushaut oder "ausgefranste" Ränder können an der Aussenseite des Gussteils 6 bei einem Vorsprung 3 gemäss der Fig. 3a entstehen, was eine zusätzliche Nachbearbeitung der entstandenen Aussparungen 5 erforderlich macht.

[0019] Die Ausführungsform gemäss der Figur 3b mit überstehenden Vorsprüngen 3 hat zudem den Vorteil, dass die Vorsprünge 3 nach dem Entfernen der Modellform 9 von aussen sichtbar sind, so dass die entstehenden Aussparungen 5 leichter aufzufinden sind. Die nachfolgenden Verfahrensschritte sind somit einfacher und treffsicherer durchführbar.

[0020] Die bereits oben erwähnte Fixierung des keramischen Einsatzes 2 in Richtung parallel oder senkrecht zur Wand des Gussteils 6 während des Gussverfahrens ist durch eine solche Ausführungsform verbessert. Während die Bewegungsmöglichkeit in senkrechter Richtung zur Wand nur noch sehr begrenzt möglich ist, ist die Bewegung in paralleler Richtung zur Wand noch in einem gewissen Rahmen möglich. Dies führt zu einer verbesserten Kontrolle der Wanddicke des Gussteils 6 und kann u.U. einen Bruch des keramischen Einsatzes 2 durch daran wirkende Thermo-Spannungen verhindern. Um den Vorsprung 3 herum füllt sich ebenfalls Wachs 4. Das Material, welches an dieser Stelle während des Gussverfahrens entsteht, ist danach in einem zusätzlichen Verfahrensschritt zu entfernen. Um die oben genannten, Bewegungen parallel oder senkrecht zur Wand zu ermöglichen bzw. zu verhindern, ist es von Vorteil, die Ausbuchtungen 11 an der Modellform 9 folgendermassen auszuführen: anstatt eine den Vorsprüngen 3 komplementäre Form zu schaffen, wird eine Ausbuchtung 11 geschaffen, welche einen flachen Grund aufweist. Dies ist in der Figur 3b sichtbar.

[0021] Nachdem das Gussteil 6 fertig gegossen worden ist, wird, wie in den Figuren 4a, b sichtbar, die Aussparungen 5 von der äusseren Oberfläche des Gussteils 6 her eine Aussparung 8 ganz oder teilweise ausgeschliffen oder erodiert. Dies kann generell in zylindrischer (Fig. 4a) oder konischer Form (Fig. 4b) geschehen. Die Gushaut oder "ausgefransten Ränder", welche durch die Ausführungsform der Fig. 3a entstehen, werden auf diese Art entfernt. Der Kerbfaktor an den Aussparungen 5 reduziert sich dadurch. Diese Aussparung 8 sollte mindestens eine Tiefe von 0.1 mm haben. In der Regel wird eine Tiefe von 1 bis 2 mm gewählt.

[0022] Die Figuren 5a,b zeigen, welche zusätzlichen Verfahrensschritte notwendig sind, um die Aussparungen 5 am fertigen Gussteil 6 zu bearbeiten. Die Aussparung 8 wird mit einem Stift 7, welcher rund, konisch oder zylindrisch sein und auch verschiedene Längen haben kann, geschlossen. Der Stift 7 kann in das Gussteil 6 gelötet oder geschweisst werden oder durch einen an-

deren geeigneten Prozess angebracht werden. Ein Stift 7 kann der Länge der Aussparung 8 entsprechen, er kann aber auch länger oder kürzer sein. In der Figur 5a wird die konische Aussparung 8 mit einer Kugel geschlossen. Zu Vermeidung von langen Schweisszeiten wird diese Kugel mittels eines Widerstandspunktschweissverfahrens an die Kontaktflächen der Aussparung angeschweisst. Danach kann die Kugel mit der Bauteiloberfläche bündig geschliffen werden, so dass der verbleibende Teil die Aussparung 8 als Stift 7 füllt. Das Verschliessen der Aussparungen 8 verringert zudem den Verbrauch der Kühlluft, da ein Ausströmen verhindert wird. Ein weiterer Vorteil des Verschliessens liegt darin, dass eine lokale Überhitzung der Ränder der Aussparungen 5 verhindert wird. Dies kann beim Reinigen von beschichteten Schaufeln beispielsweise durch Lichtbogenreinigung auftreten.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0023]

- | | |
|----------|---|
| 1 | Wachsmodell einer Turbinenschaufel |
| 2 | Keramischer Einsatz |
| 3 | Vorsprung |
| 4 | Wachs |
| 5 | Aussparung |
| 6 | Gussteil |
| 7 | Stift |
| 8 | Aussparung |
| 9 | Modellform |
| 10 | Mittellinie des Vorsprungs 3 |
| 11 | Ausbuchtung |
| α | Winkel zwischen Mittellinie 10 und Aussenkante des Vorsprungs 3 |
| β | Winkel zwischen Mittellinie 10 und Aussenkante des Vorsprungs 3 |

Patentansprüche

- Verfahren zur Herstellung eines Gussteils (6) einer thermischen Turbomaschine mit einem bekannten Gussverfahren, wobei das Gussteil (6) mittels einer keramische Gussform hergestellt wird, wobei diese keramische Gussform mittels eines Wachsmodells (1) und mittels eines sich im Wachsmodell (1) befindlichen, keramischen Einsatzes (2) hergestellt wird, und wobei das Wachsmodell (1) durch eine Modellform (9) und den sich in der Modellform (9) befindenden, keramischen Einsatz (2) hergestellt wird und wobei sich an der Aussenseite des keramischen Einsatzes (2) Vorsprünge (3) zur Einhaltung einer Wanddickentoleranz des Gussteils (6) befinden, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Gussteil (6) Aussparungen (5) durch die

- Vorsprünge (3) des keramischen Einsatzes (2) hergestellt werden, wobei die Vorsprünge einen Winkel (α , β) zwischen der Mittellinie (10) und der Aussenkante der Vorsprünge (3) von kleiner 30° aufweisen.
- 5
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
an dem Gussteil (6) Aussparungen (5) durch die
Vorsprünge (3) des keramischen Einsatzes (2) her-
gestellt werden, wobei die Vorsprünge (3) einen
Winkel (α , β) zwischen der Mittellinie (10) und der
Aussenkante der Vorsprünge (3) von kleiner 15°
aufweisen.
- 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
an dem Gussteil (6) Aussparungen (5) durch die
Vorsprünge (3) des keramischen Einsatzes (2) her-
gestellt werden, wobei die Vorsprünge (3) an ver-
schiedenen Seiten unterschiedliche Winkel (α , β)
zwischen der Mittellinie (10) und der Aussenkante
der Vorsprünge (3) aufweisen.
- 15
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
an dem Gussteil (6) Aussparungen (5) durch die
Vorsprünge (3) des keramischen Einsatzes (2) her-
gestellt werden, wobei die Vorsprünge (3) in die Mo-
dellform (9) während des Giessverfahrens hinein-
ragen.
- 20
5. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
überstehendes Material, welches sich während des
Giessverfahrens um die hervorragenden Vorsprün-
ge (3) an der Oberfläche des Gussteils (6) gebildet
hat, entfernt wird.
- 25
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die am Gussteil (6) durch die Vorsprünge (3) ent-
standenen Aussparungen (5) von der äusseren Sei-
te des Gussteils (6) her teilweise in einer konischen
oder zylindrischen Form ganz oder teilweise aus-
geschliffen oder erodiert werden, so dass dort Aus-
sparungen (8) entstehen.
- 30
7. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
in die Aussparungen (8) an der äusseren Seite des
Gussteils (6) zylindrische, konische oder runde Stif-
te (7) angebracht, insbesondere gelötet oder ge-
schweisst, werden und auf diese Art die Auspa-
rungen (8) von der äusseren Seite des Gussteils (6)
her verschlossen werden.
- 35
8. Modellform (9), enthaltend einen keramischer Ein-
satz (2), zum Gebrauch in einem Verfahren nach
einem der Ansprüche 1 bis 7, mit sich an dem ke-
ramischen Einsatz (2) befindenden Vorsprüngen
(3), wobei der keramische Einsatz (2) während des
Giessverfahrens in der Modellform (9) angeordnet
ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Vorsprünge (3) des keramischen Einsatzes (2)
einen Winkel (α , β) zwischen der Mittellinie (10) und
der Aussenkante der Vorsprünge (3) von kleiner 30°
aufweisen.
- 40
9. Modellform (9) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Vorsprünge (3) des keramischen Einsatzes (2)
einen Winkel (α , β) zwischen der Mittellinie (10) und
der Aussenkante der Vorsprünge (3) von kleiner 15°
aufweisen.
- 45
10. Modellform (9) nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Winkel (α , β) an verschiedenen Seiten des Vor-
sprungs (3) unterschiedlich sind.
- 50
11. Modellform (9) nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Vorsprünge (3) des keramischen Einsatzes (2)
über die äussere Oberfläche des zu giessenden
Gussteils (6) hinaus in Ausbuchtungen (11), welche
in der Modellform (9) angeordnet sind, hineinragen.
- 55
12. Modellform (9) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ausbuchtungen (11), welche in der Modellform
(9) angeordnet sind, die die Vorsprünge (3) aufneh-
men, einen flachen Grund haben.
13. Keramischer Einsatz (2) zum Gebrauch in einem
Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und
zum Einsatz in eine Modellform (9) gemäss den An-
sprüchen 8 bis 12, mit sich an dem keramischen
Einsatz (2) befindenden Vorsprüngen (3),
dadurch gekennzeichnet, dass
die Vorsprünge (3) des keramischen Einsatzes (2)
einen Winkel (α , β) zwischen der Mittellinie (10) und
der Aussenkante der Vorsprünge (3) von kleiner 30°
aufweisen.
14. Keramischer Einsatz (2) nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Vorsprünge (3) des keramischen Einsatzes (2)
einen Winkel (α) zwischen der Mittellinie (10) und
der Aussenkante der Vorsprünge (3) von kleiner 15°
aufweisen.
15. Keramischer Einsatz (2) nach Anspruch 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Winkel (α , β) an verschiedenen Seiten des Vor-

sprungs (3) unterschiedlich sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

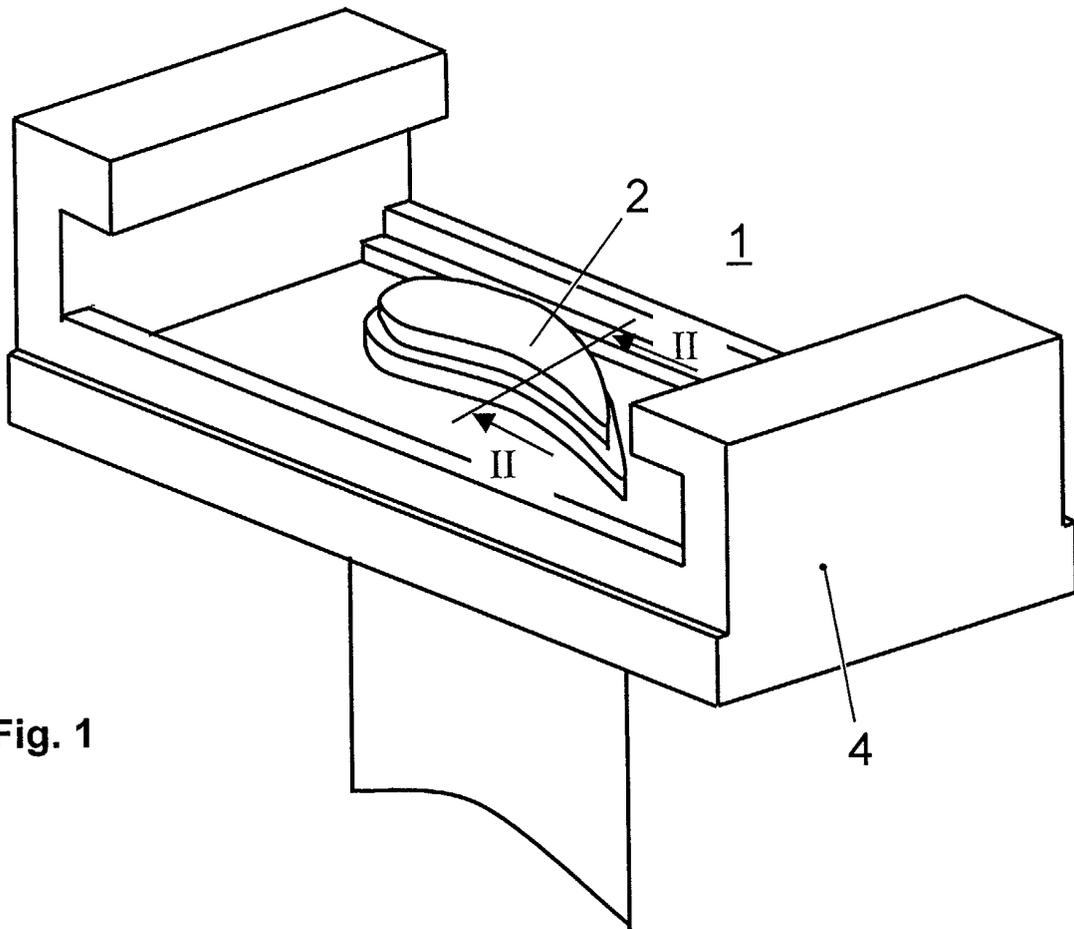


Fig. 1

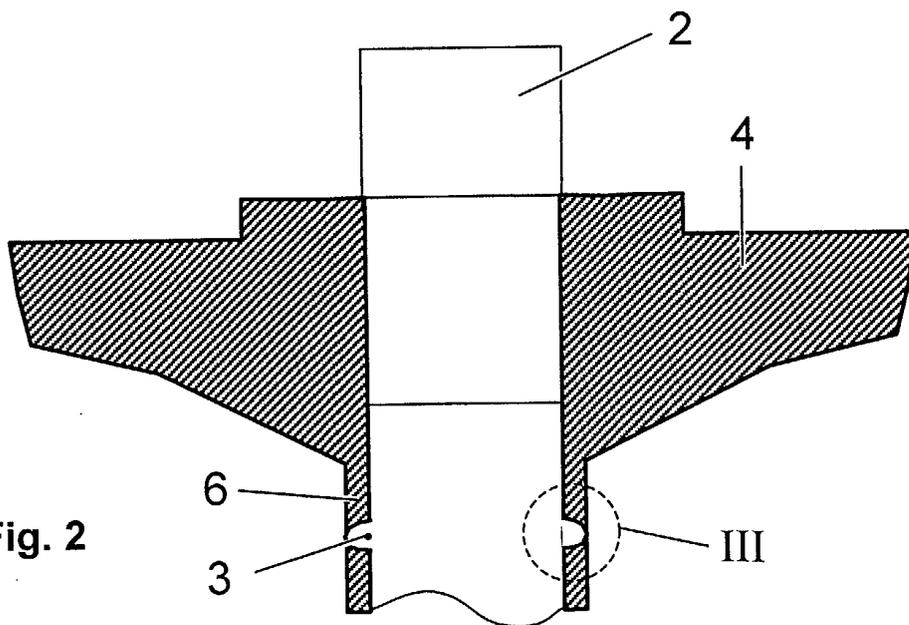


Fig. 2

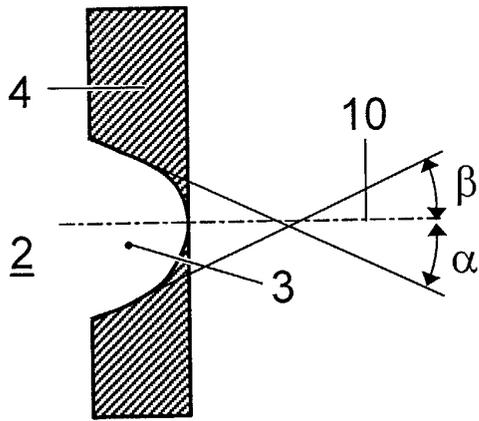


Fig. 3a

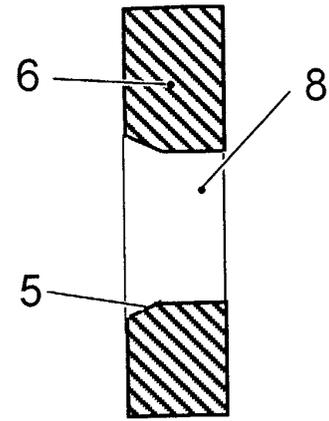


Fig. 4a

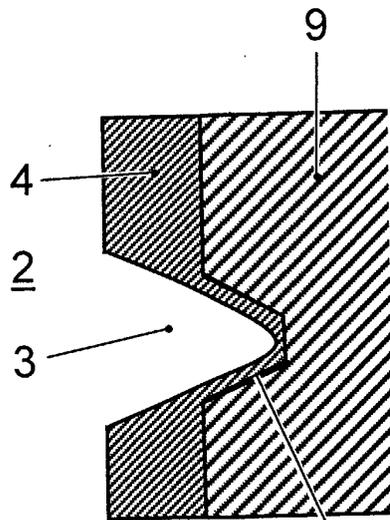


Fig. 3b

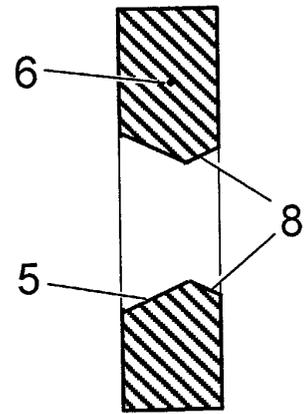


Fig. 4b

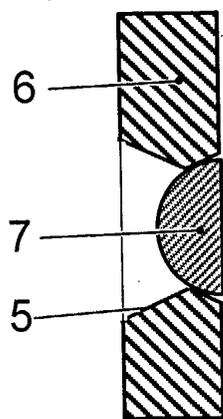


Fig. 5a

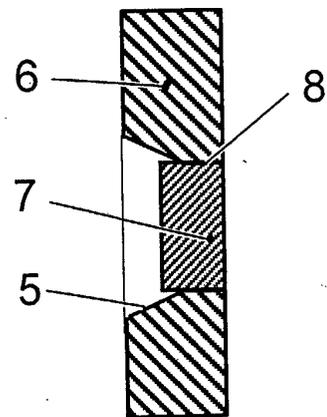


Fig. 5b