



⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑳ Anmeldenummer : **92810154.2**

⑤① Int. Cl.⁵ : **B22D 27/04**

㉔ Anmeldetag : **02.03.92**

③① Priorität : **26.03.91 CH 919/91**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
30.09.92 Patentblatt 92/40

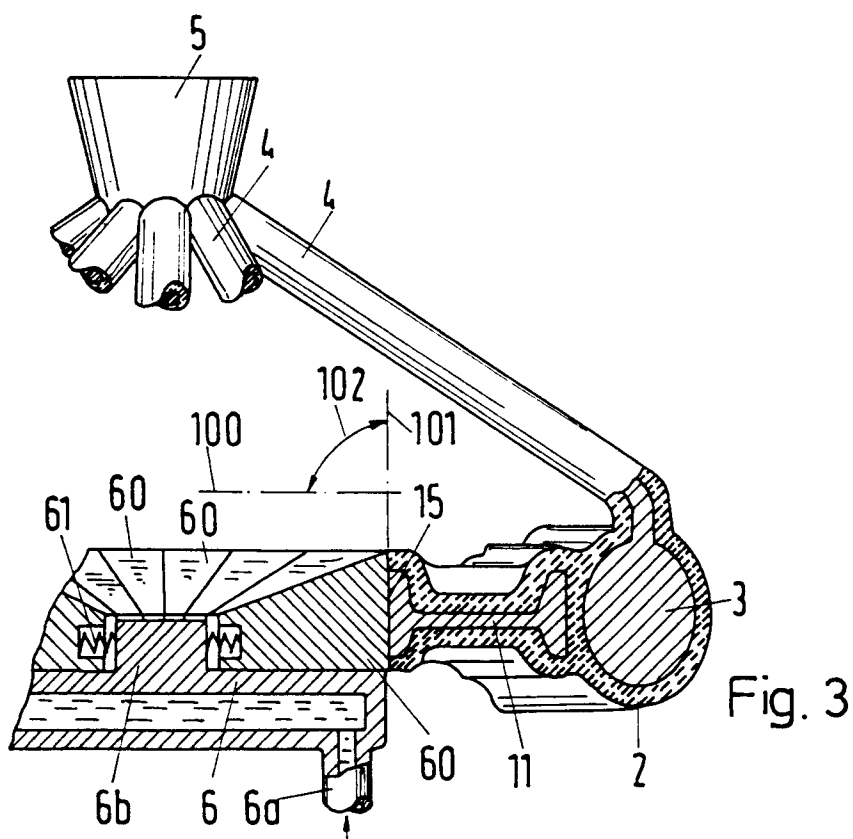
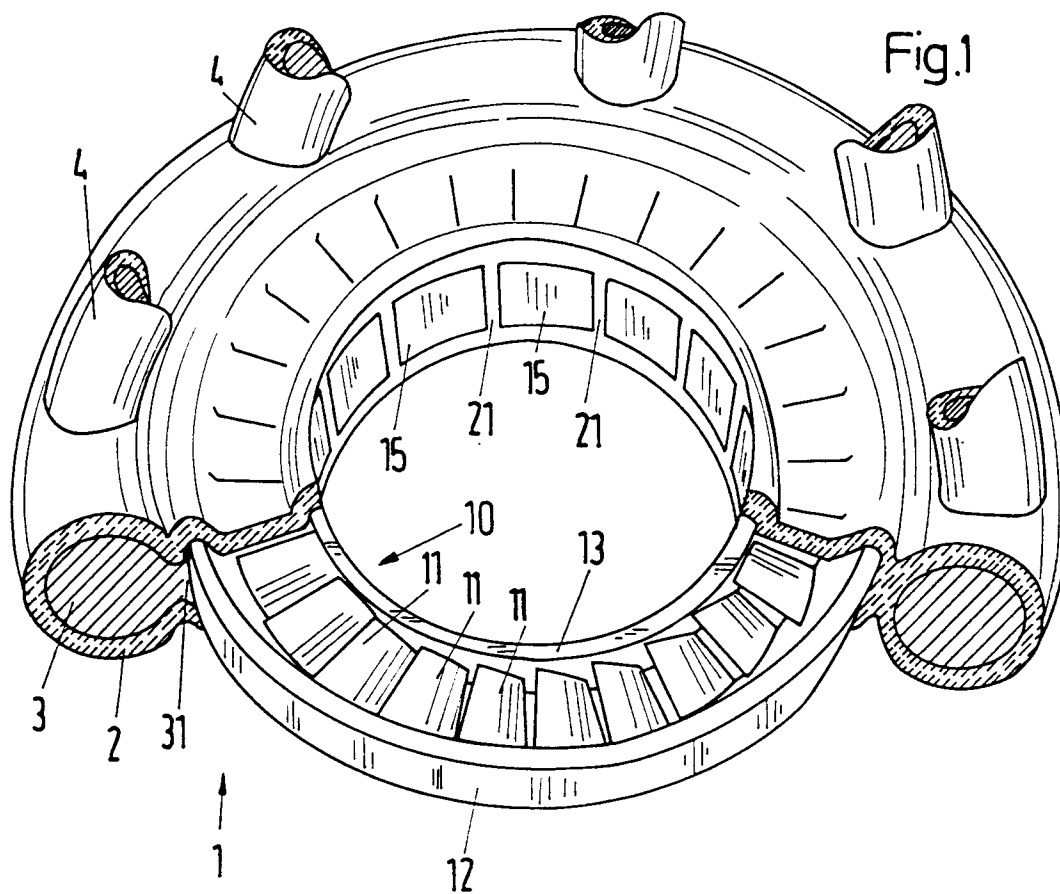
⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
CH DE FR GB IT LI

⑦① Anmelder : **GEBRÜDER SULZER**
AKTIENGESELLSCHAFT
Zürcherstrasse 12
CH-8401 Winterthur (CH)

⑦② Erfinder : **Staub, Fritz**
Grundstrasse 17
CH-8472 Seuzach (CH)

⑤④ **Vorrichtung zur Herstellung von gerichtet erstarrten Gussstücken.**

⑤⑦ Die Vorrichtung zur Herstellung von gerichtet erstarrten Gussstücken (10) in einer Vakuumgiessanlage weist zwischen einer ebenen Kühlplatte (6) und der Formschale (2) einen Kühlaufsatz mit Körpern (60) auf, dank derer im Gussstück Bereiche mit verschiedenen Orientierung der Erstarrungsrichtung erzeugbar sind. Diese Vorrichtung ist besonders für das Herstellen von radartigen Bauteilen - beispielsweise Turbinenrädern bei Flugzeugtriebwerken - geeignet, bei denen zwecks Erhöhung der Festigkeit eine radiale Ausrichtung der Gefügestruktur vorteilhaft ist.



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung von gerichtet erstarrten Gussstücken gemäss Oberbegriff von Anspruch 1 und Gussstücke, die mittels einer solchen Vorrichtung hergestellt werden.

Für das herstellen von gerichtet erstarrten Gussstücken, die relativ klein sind (Länge in Erstarrungsrichtung kleiner als rund 15 cm), ist ein kostengünstiges Verfahren bekannt, bei dem Formschalen mit sogenannt integrierten Wärmequellen zum Einsatz kommen (F. Staub et al, Technische Rundschau Sulzer 3/1988, p.11). Die integrierten Wärmequellen sind beispielsweise zusätzliche Hohlräume der Formschale, die mit überhitzter Schmelze gefüllt ermöglichen, ohne Heizvorrichtungen ("Suszeptoren") in der Giesskammer auszukommen. Die Formschale selbst und eine Wärmedämmung der Gussform, die verwendet werden muss, geben ebenfalls einen Beitrag zu den integrierten Wärmequellen.

Die Formschale weist eine untere Öffnung auf, die in der Giesskammer durch eine ebene Kühlplatte abgeschlossen wird. An dieser Öffnung setzt beim Giessen die Erstarrung der Schmelze ein. Die Kühlplatte als Wärmesenke und die integrierten Wärmequellen bilden die Pole eines Temperaturfeldes, das einen "unidirektionalen" Wärmefluss und damit eine gerichtete Erstarrung ermöglicht. Bei den bekannten Verfahren bildet die Kühlplatte eine horizontale Ebene, bezüglich der die bei der Erstarrung entstehenden Dendriten eine im wesentlichen senkrechte Wachstumsrichtung aufweisen.

Bei Gussstücken aus Nickelbasislegierungen, beispielsweise für Turbinenschaufeln von Flugzeugtriebwerken, sind die Dehnungsfestigkeiten in Richtung der Dendriten und damit die Standzeiten der Bauteile während des Betriebs gegenüber polykristallinen Gussstücken beträchtlich verbessert. Da die Dendriten in den Schaufeln des Turbinenrads im wesentlichen radial orientiert sein sollen, muss das Rad aus einzelnen gerichtet erstarrten Gussstücken zusammengesetzt werden. Die Herstellung des Rades würde sich vereinfachen, wenn es gelänge, Bauteile zu giessen, die gerichtet erstarrte Bereiche aufweisen, deren Gefügestrukturen verschiedenen orientiert sind. Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zu schaffen, die das herstellen solcher Bauteile ermöglicht. Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebene Massnahme gelöst.

Mittels eines Kühlaufsatzes, der auf die horizontale Kühlplatte aufgesetzt wird, erreicht man, dass das Dendritenwachstum bereichsweise unterschiedlich orientiert erfolgt. Durch geeignete Gestaltung des Kühlaufsatzes können segmentförmige Gussstücke hergestellt werden, die sich zu radartigen Bauteilen mit radial orientierten Dendriten zusammensetzen lassen; oder es können zusammenhängende radartige Bauteile gegossen werden, bei denen durch gerichtete Erstarrung Dendriten gebildet werden, die zumindest angenähert radial ausgerichtet sind.

Im folgenden werden verschiedenen Ausführungsformen des Kühlaufsatzes der erfindungsgemässen Vorrichtung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein radartiges, mittels der erfindungsgemässen Vorrichtung herstellbares Bauteil, das teilweise in die Formschale eingebettet ist (erstes Ausführungsbeispiel),

Fig. 2 drei Sektoren des Kühlaufsatzes des ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 3 einen radialen Schnitt durch Kühlplatte, Kühlaufsatz und gefüllte Formschale des ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 4 eine Variante des Kühlaufsatzes des ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 5a den Kühlaufsatz eines zweiten Ausführungsbeispiels,

Fig. 5b eine Variante zum zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 6 ein drittes Ausführungsbeispiel, bei dem das Gussstück ein Bauteilsegment ist und

Fig. 7 eine Draufsicht auf die Kühlplatte mit Kühlaufsatz für das dritte Ausführungsbeispiel.

Die folgenden Figuren 8a bis 10c zeigen verschiedene Varianten von Kühlaufätzen, die zur Herstellung von segmentartigen Bauteilen wie beim dritten Ausführungsbeispiel dienen und die sich jeweils für ein Bauteil aus mindestens zwei Körpern zusammensetzen.

Das Bauteil 10 der Fig.1 besteht aus den radialen Schaufelblättern 11, dem äusseren Ring 12 und dem inneren Ring 13. In der Formschale 2 ist ein torusförmiger Hohlraum 3 integriert, der die eigentliche Formschale des Bauteils 10 krantzartig umschliesst. (Der Hohlraum 3 kann auch in Sektoren unterteilt sein, die separate Kammern bilden. Dadurch lassen sich Spannungen, die beim Erstarren auftreten können, verhindern.) Die Schmelze gelangt über einen in Fig.1 nicht dargestellten Eingiesstrichter 5 (siehe Fig.3) über mehrere Kanäle 4 in den Torus 3 und von dort durch Öffnungen 31, die über die Peripherie des Aussenringes 12 verteilt angeordnet sind, in den zentralen Bereich der Formschale 2. Der Torus 3 bildet den Hauptteil der in die Formschale integrierten Wärmequelle. Eine Wärmedämmung, mit der die äussere Oberfläche der Formschale 2 ummantelt sein muss, ist nicht dargestellt.

Auf der Innenseite weist die Formschale 2 Öffnungen 15 auf, die durch Stege 21 der Formschale 2 gegeneinander abgegrenzt sind. Wie in Fig.2 gezeigt ist, werden die Öffnungen 15 durch sektorförmige Körper 60 verschlossen. Diese Körper 60, die ringförmig um einen zentralen Teil 6b angeordnet sind, bestehen aus einem gut wärmeleitenden Material, beispielsweise Kupfer; sie dienen zur Wärmeableitung bei der Erstarrung der

Schmelze. Wie aus der Querschnittszeichnung der Fig.3 hervorgeht, sind die Körper 60 auf der Kühlplatte 6 (Anschlussleitung 6a) aufgesetzt und gegen den zentralen Teil 6b mittels Druckfedern 61 abgestützt. Zwischen den Körpern 60 des Kühlaufsatzes sind radial schmale Lücken vorgesehen, die es ermöglichen, dass die mit einer Volumenreduktion beim Erstarren des Gussstückes einhergehende Geometrieänderung nicht behindert wird, indem der Kühlaufsatz in radialer Richtung nachgiebig ausgebildet ist.

Zwischen der Wärmesenke einerseits, die durch die Körper 60 gebildet wird, und andererseits der Wärmequelle, die durch die überhitzte Schmelze im torusförmigen Hohlraum 3 gebildet wird, entsteht ein radiales Temperaturfeld. Nach dem schockartigen Einsetzen der Erstarrung an den Öffnungen 15 wachsen aus einer polykristallinen Übergangszone Dendriten, die in den Schaufelblättern 11 mit geringen Abweichungen dem Temperaturfeld folgen. So entsteht das radartige Bauteil mit der gewünschten radialen Orientierung der Gefügestruktur.

Damit sich die Formschale 2 rasch auf die Kühlkörper 60 aufsetzen lässt, wird dem Gussstück 1 mit Vorteil eine Form gegeben, bei welcher der innere Ring 13 leicht konisch ist: der Winkel 102 zwischen der horizontalen 100 und den Falllinien 101, welche die Körper 60 an der Grenzfläche bei den Öffnungen 15 aufweisen, soll etwas kleiner als ein rechter Winkel sein. Je nach Bauteil, kann die Falllinie 101 auch stark von der Vertikalen abweichen (siehe Fig.4, wo strichpunktiert und mit dem Bezugszeichen 1' die Lage des Gussstücks angedeutet ist).

Beim zweiten Ausführungsbeispiel (Fig.5a,b) werden die ringförmig angeordneten Körper 60 gegen einen ringförmigen Rand 6c wiederum über Druckfedern 61 abgestützt. Die beiden dargestellten Varianten entsprechen den beiden Varianten des ersten Ausführungsbeispiels. hier erfolgt die gerichtete Erstarrung radial von aussen nach innen.

Das in Fig.6 gezeigte dritte Ausführungsbeispiel ist ein Gussstück 1 mit einem segmentartigen Bauteil 10, das zusammen mit fünf weiteren Bauteilen 10 zu einem radartigen Bauteil zusammengesetzt werden kann. Die nicht dargestellte Formschale umfasst neben dem Hohlraum für das Bauteil 10 wiederum Hohlräume für die integrierten Wärmequellen 3 mit den zugeordneten Verbindungsleitungen 4 und 31 sowie einen Hohlraum für einen Startersockel 14, in dem sich die gerichtete Erstarrung ausbildet. Der Körper 60 des Kühlaufsatzes weist als Grenzfläche zum Gussstück 1 zwei ebene Bereiche auf, die einen Winkel von 30° einschliessen. Entsprechend bilden sich bei der Erstarrung im Gussstück zwei Bereiche aus, deren Dendritenausrichtung verschieden orientiert sind und zwar um einen Winkel, der zumindest angenähert ebenfalls 30° beträgt. hier ist die radiale Ausrichtung der Dendriten nur angenähert realisierbar.

Die Körper 60 des Kühlaufsatzes werden mit Vorteil auf einer Zwischenplatte 65 montiert, wobei die Verbindung beispielsweise mittels Schrauben 70 solcherart hergestellt wird, dass für den Schraubenkopf ein Bewegungsspielraum 71 frei bleibt. Diese Verbindung erlaubt dann eine beschränkte Gleitbewegung des Körpers 60 um eine Nullpunktslage von beispielsweise mindestens einem Millimeter. Wenn mehrere Gussstücke zu einer Traube zusammengefasst werden, so kann auf kleine Geometrieänderungen der Traube, die sich beim Aufheizen der Keramik sowie beim Erstarren der Schmelze einstellen, der Kühlaufsatz dank der Beweglichkeit seiner Körper 60 nachgiebig reagieren.

Die in Fig.7 gezeigte Kühlplatte 6 weist einen Kühlaufsatz mit den Körpern 60 für eine Traube mit sechs Bauteilen 10 (gemäss Fig.6) auf. Mit Vorteil wird die Formschale der Traube an ihrer Basis mit einem ringförmigen Rand versehen, der Nuten zu einem Bajonettverschluss aufweist. Mittels den Klauen 6d seitlich an der Kühlplatte 6, welche die Gegenstücke zu den Nuten des Bajonettverschlusses bilden, lässt sich die Formschale mit der Kühlvorrichtung rasch und sicher verbinden. Damit allerdings die beim Bajonettverschluss nötige Drehbewegung ausgeführt werden kann, muss die Zwischenplatte 65 auf der Kühlplatte 6 drehbar gelagert sein. Dazu ist im Zentrum der Kühlplatte 6 ein Zapfen 80 vorgesehen, der in eine entsprechende Bohrung in der Zwischenplatte 65 eingreift.

Beim Erstarren der Schmelze verringert sich das Volumen um rund zwei Prozent. Mit diesem Volumenschwund geht im allgemeinen eine Geometrieänderung des Gussstücks einher, die sich als Kontraktion äussert. Wegen dieser Kontraktion ist es vorteilhaft, wenn der Kühlaufsatz aus mehreren, gegeneinander verschiebbaren Körpern 60 zusammengesetzt wird. Statt des zusammenhängenden Körpers 60 des dritten Ausführungsbeispiels verwendet man besser einen Kühlaufsatz mit zwei, drei oder vier Körpern 60, wie es in den Figuren 8a bis 8c dargestellt ist (Die Pfeile deuten die Verschiebbarkeit der Körper 60 an). Je grösser der Segmentwinkel des Bauteils 10 ist, d.h. je weniger solcher Bauteile 10 für das Zusammensetzen des gesamten radartigen Bauteils benötigt werden, desto mehr Körper 60 des Kühlaufsatzes müssen pro Bauteil 10 verwendet werden.

Statt dass die Oberflächen der Körper 60 eben ausgebildet sind, können sie, wie es in den Figuren 9a und 9b dargestellt ist, gebogen ausgeführt sein.

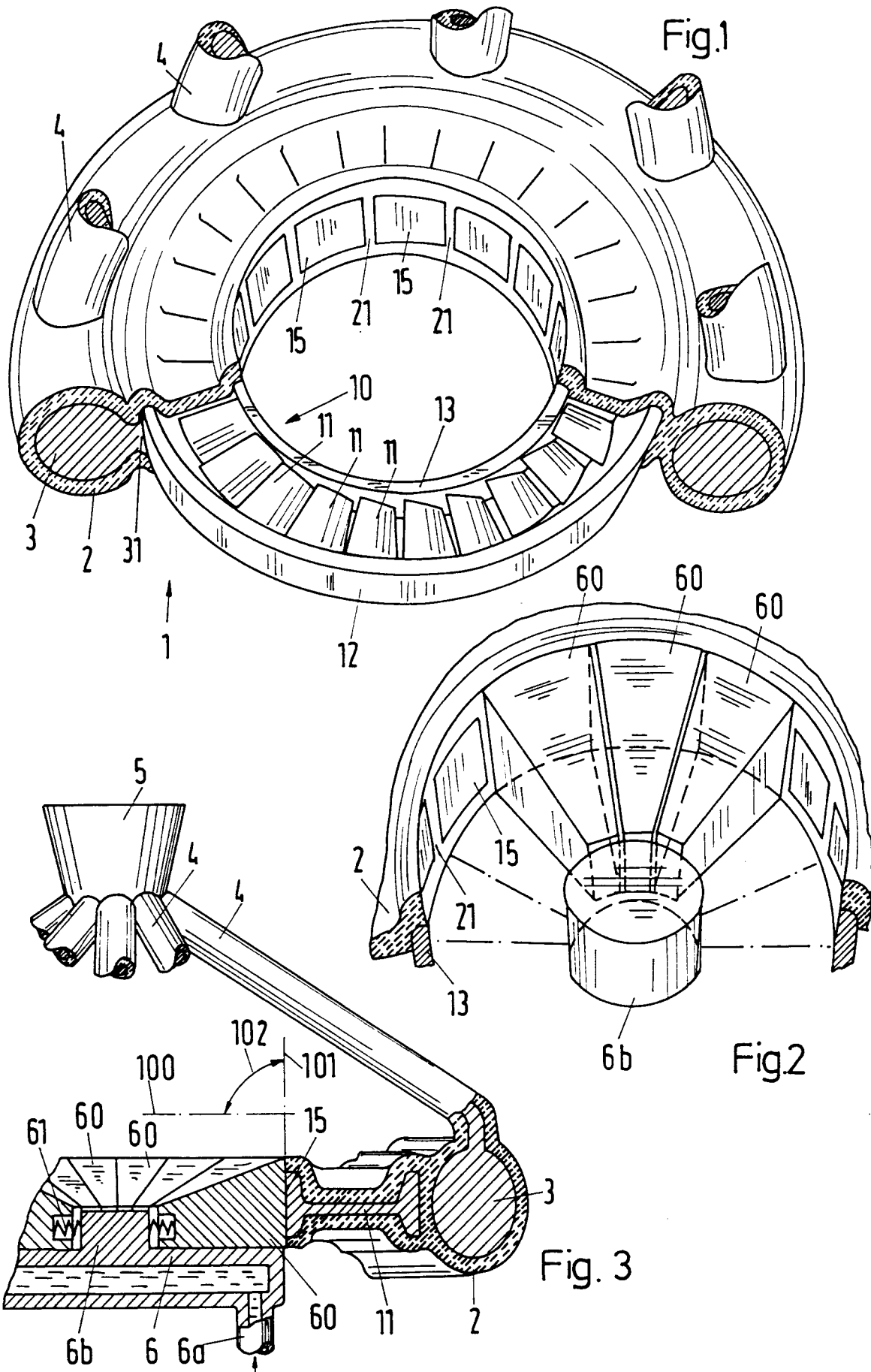
Damit durch die Lücken zwischen den Körpern 60 keine Schmelze aus der Formschale ausfliessen kann, muss die Gussform solcherart gestaltet werden, dass - beispielsweise mit Sockelstücken 14' (siehe Fig.8a) -

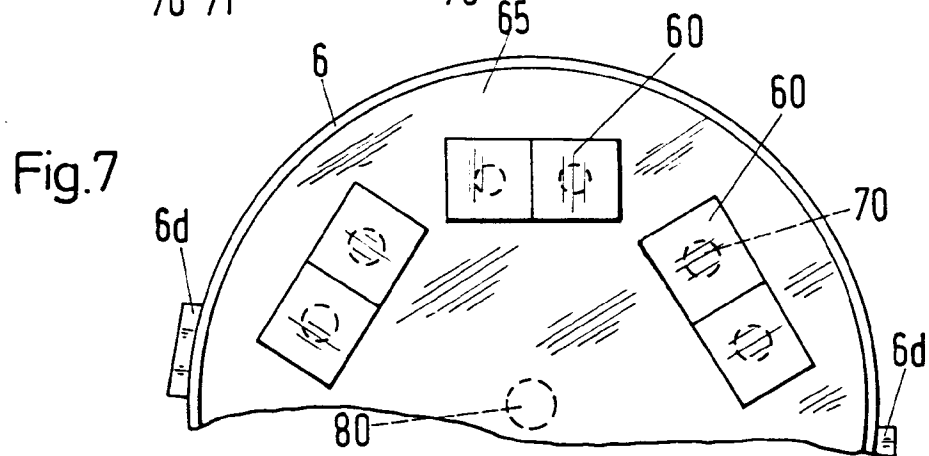
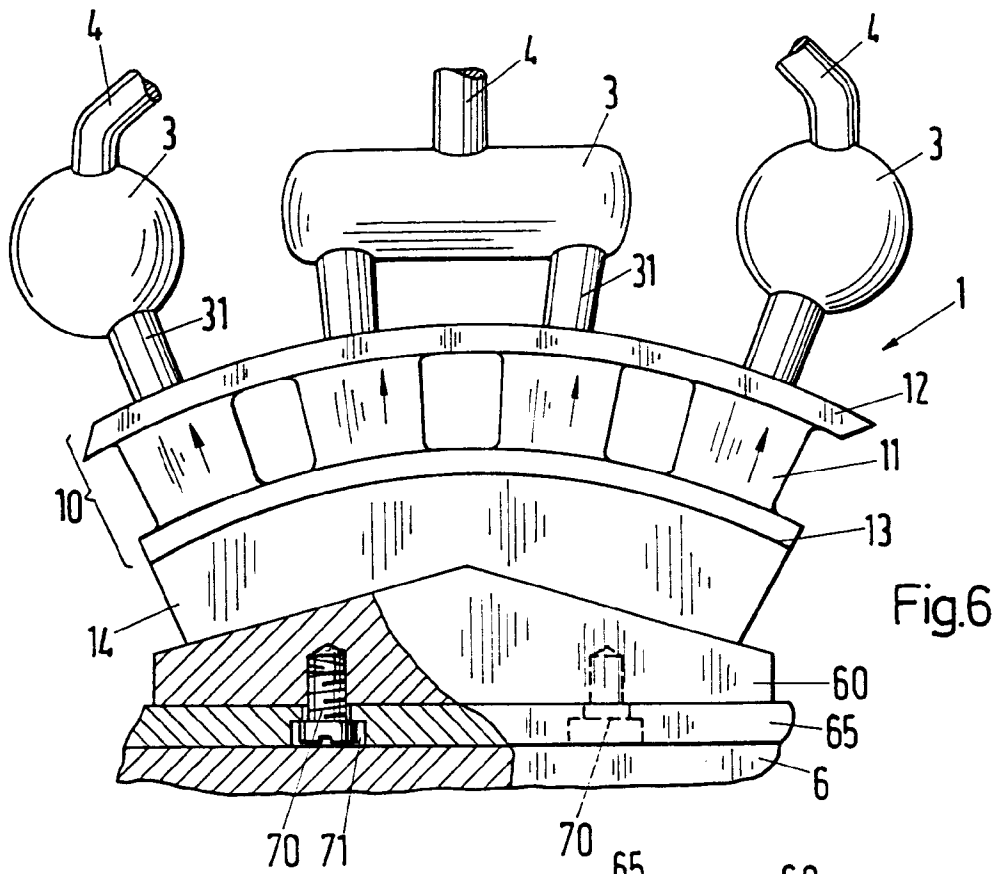
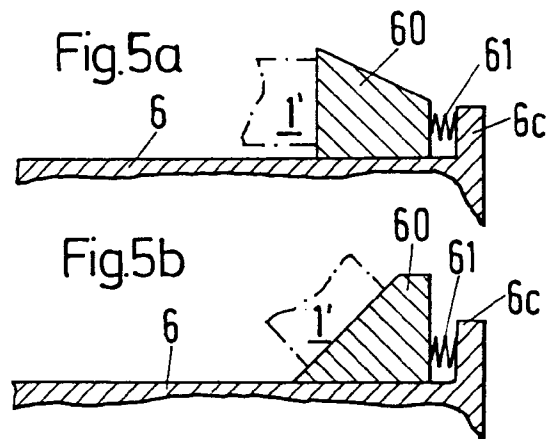
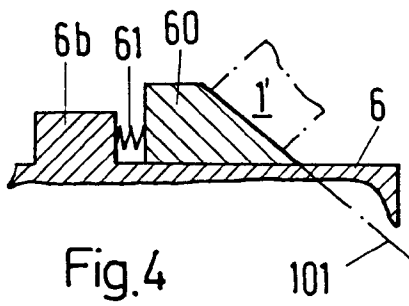
die Öffnungen der Formschale nicht über diese Lücken zu liegen kommen. Man kann jedoch auch andere Massnahmen vorsehen, durch die ein Wegfliessen der Schmelze verhindert wird. Dies ist anhand der Figuren 10a bis 10b illustriert: Die Lücke zwischen zwei benachbarten Körpern 601 und 602 wird durch einen dachartigen Fortsatz 605 des Körpers 601 abgedeckt (siehe Fig.10b, die einen vergrösserten Ausschnitt der Fig.10a darstellt). Der Fortsatz 605 liegt dicht auf einem kleinen horizontalen Bereich des Körpers 602 auf und zwar so, dass eine Gleitbewegung des Körpers 602 gegen den Körper 601 nicht behindert wird.

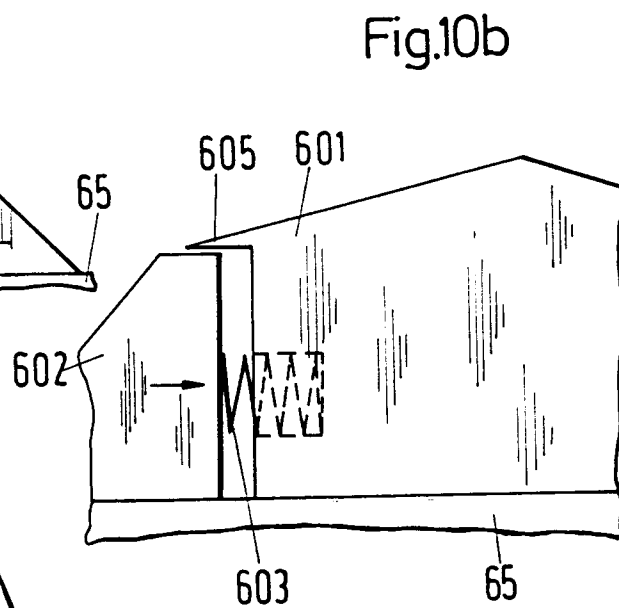
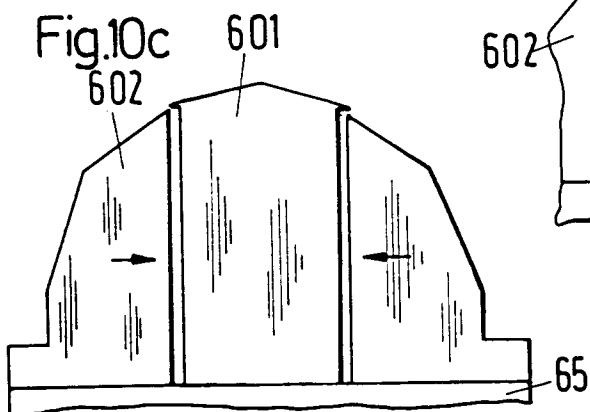
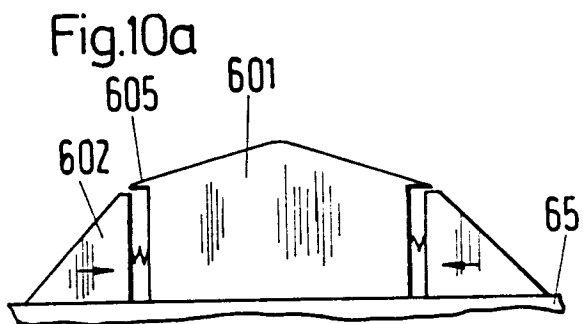
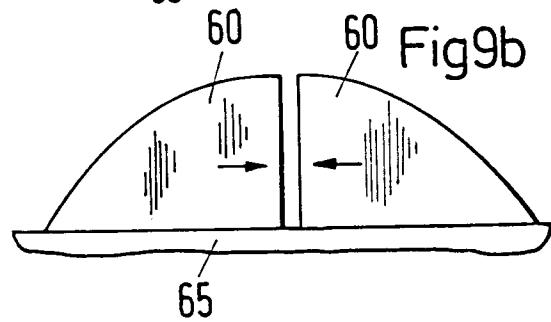
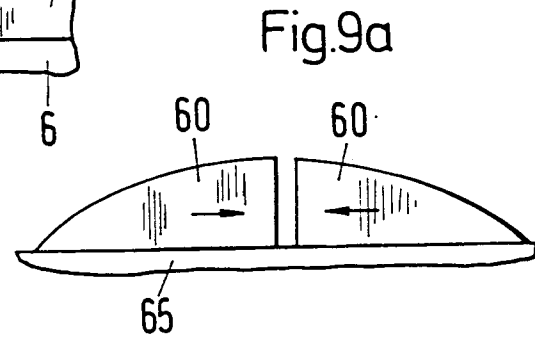
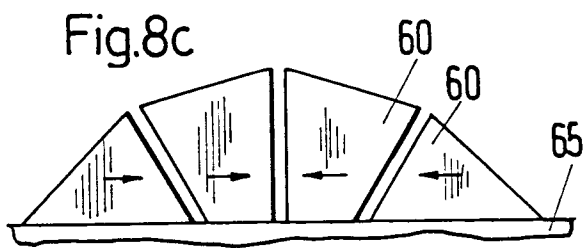
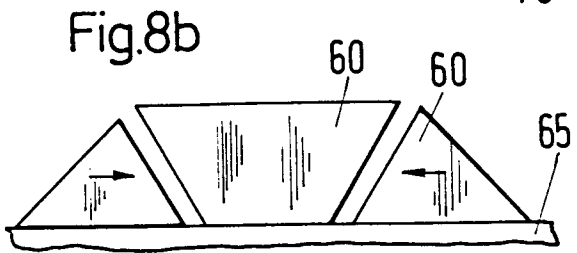
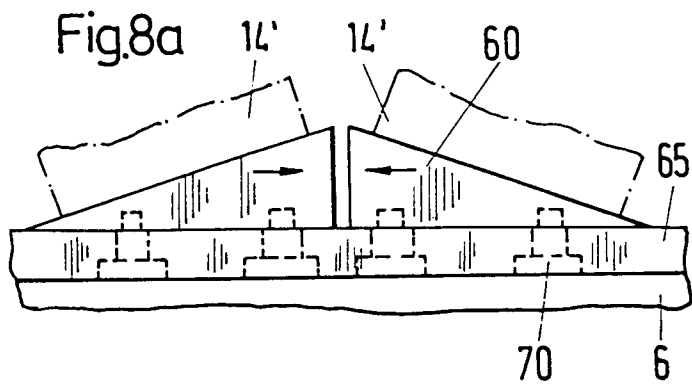
Die einzelnen Körper 60 beziehungsweise 601 und 602 können gleich wie beim dritten Ausführungsbeispiel mit Verbindungsmitteln 70 auf einer Zwischenplatte 65 montiert werden (siehe Fig.8a). Sie können auch wie beim ersten Ausführungsbeispiel über Druckfedern 603 (siehe Fig.10b) miteinander verbunden sein.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung von gerichtet erstarrten Gussstücken, bestehend aus einer Vakuumgiessanlage mit einer ebenen Kühlplatte (6), wobei für das Giessen Formschalen (2) verwendet werden, die sogenannten integrierte Wärmequellen (3), die aus überhitzter Schmelze und/oder aufgeheizten Wärmespeichern gebildet werden, und mindestens eine Öffnung (15) zum Starten der Erstarrung und Wärmeableiten aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Kühlplatte (6) und Formschale (2) ein Kühlaufsatz bestehend aus mindestens einem wärmeleitenden Körper (60) angeordnet ist, der den wärmeableitenden Abschluss der Formschale (2) bildet, wobei die Grenzfläche an der Öffnung oder den Öffnungen (15) mindestens aus zwei Bereichen besteht, die gegeneinander geneigt sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlaufsatz aus mehreren Körpern (60), die ringförmig angeordnet sind, gebildet wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlplatte im Zentrum einen nach oben stehenden Teil (6b) aufweist und dass zwischen den Körpern (60) des Kühlaufsatzes, die auf der Kühlplatte (6) verschiebbar sind, und dem Zentralteil (6b) Druckfedern (61) angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlplatte (6) einen ringförmigen, nach oben stehenden Randteil (6c) aufweist und dass zwischen den Körpern (60) des Kühlaufsatzes, die auf der Kühlplatte (6) verschiebbar sind, und dem Randteil (6c) Druckfedern (61) angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Kühlplatte (6) und Kühlaufsatz (60) eine drehbar gelagerte, wärmeleitende Zwischenplatte (65) angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einzelne der Körper (60) des Kühlaufsatzes auf der Zwischenplatte (65) mit Verbindungsmitteln (70) montiert sind, die eine beschränkte Gleitbewegung der Körper (60) jeweils um eine Nullpunktlage von mindestens einem Millimeter zulassen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass einem Gussstück (1) jeweils nur ein zusammenhängender Körper (60) des Kühlaufsatzes zugeordnet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass einem Gussstück (10) jeweils mindestens zwei Körper (60) des Kühlaufsatzes zugeordnet sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Körpern (60) des Kühlaufsatzes Druckfedern (61) angeordnet sind.
10. Gussstück (10), hergestellt mittels einer Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei gerichtet erstarrte Bereiche (11) vorhanden sind, deren Gefügestrukturen verschieden orientiert sind.
11. Gussstück (10) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Gussstück (1) ein Segment eines zusammengesetzten radartigen Bauteils ist.
12. Gussstück (10) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Gussstück ein zusammenhängendes radartiges Bauteil ist.









Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 81 0154

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	EP-A-0 104 794 (TRW INC.)	10, 12	B22D27/04
Y	* Abbildungen 1,5 *	1	

Y	US-A-3 283 377 (G.D. CHANDLEY) * Anspruch 4 *	1	

A	GB-A-2 106 021 (GENERAL ELECTRIC CO.)	1, 3, 10, 12	

A	GB-A-1 264 053 (UNITED AIRCRAFT CORP.) * Abbildungen 1-3 *	1, 2	

A	US-A-3 810 504 (T.S. PIWONKA) * Anspruch 1; Abbildungen 1,2 *	1, 12	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 06 JULI 1992	Prüfer HODIAMONT S.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			

EPO FORM 1503 (3.12.92) (P0402)