



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.11.2002 Patentblatt 2002/47

(51) Int Cl.7: **B22D 13/06, B22D 13/10**

(21) Anmeldenummer: **02008460.4**

(22) Anmeldetag: **13.04.2002**

(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

(72) Erfinder:
• **Blum, Matthias, Dr. rer. nat.**
63654 Büdingen-Rinderbügen (DE)
• **Jarczyk, Georg**
63538 Grosskrotzenburg (DE)
• **Busse, Peter, Dr.-Ing.**
52072 Aachen (DE)
• **Fellmann, Hans-Günther**
63825 Blankenbach (DE)

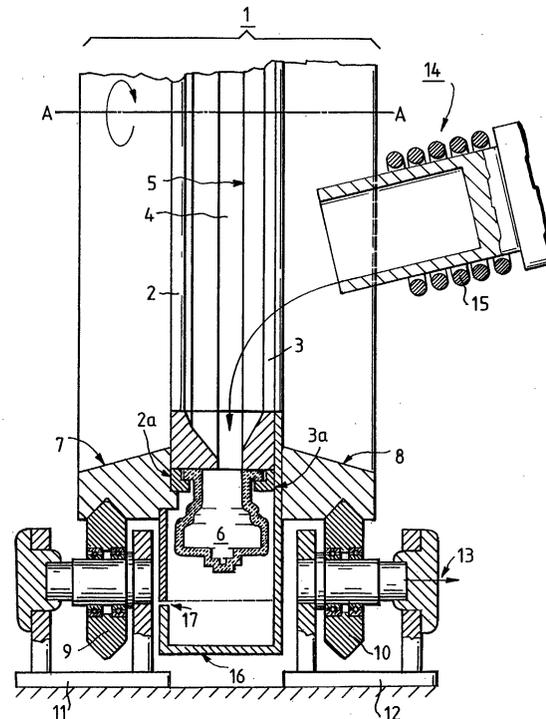
(30) Priorität: **26.04.2001 DE 10120493**

(71) Anmelder: **ALD Vacuum Technologies AG**
63450 Hanau (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Präzisionsgußteilen**

(57) Zum Herstellen von Präzisionsgußteilen aus einer Schmelze wird ein metallisches Gießrad (1) verwendet, das einen ringförmigen Verteilerkanal (4) und mehrere auswechselbare Gießformen (6) mit mindestens je einer Eingußöffnung (6a) besitzt. Dabei wird die Schmelzenmenge pro Abguß so gewählt, daß die Gießformen (6) und der Verteilerkanal (4) beim Rotieren des Gießrades (1) um seine Achse (A-A) mit der Schmelze gefüllt werden, derart, daß die Präzisionsgußteile nach dem Erstarren der Schmelze durch einen im Verteilerkanal (4) gebildeten Ring aus dem Gußwerkstoff, dem sogenannten Umlaufmaterial für neue Gießprozesse, zusammengehalten und mit den Gießformen (6) aus dem Gießrad (1) entnommen werden, worauf die Präzisionsgußteile von dem Ring abgetrennt werden. Um hierdurch auch Präzisionsgußteile mit komplizierten Raumformen, insbesondere mit Hinterschneidungen, herstellen zu können, werden die einmal verwendbaren und zur Entformung zerstörbaren Gießformen (6) aus einem keramischen Werkstoff ausgewählt und formschlüssig und auswechselbar vom Gießrad (1) abstehend an dieses angesetzt. Dadurch kann das Umlaufmaterial unkontaminiert einem Recycling-Prozeß zugeführt werden.

FIG.1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Präzisionsgußteilen aus einer Schmelze mittels eines metallischen Gießrades mit einem ringförmigen Verteilerkanal und mit mehreren auswechselbaren Gießformen mit mindestens je einer Eingußöffnung, wobei die Schmelzenmenge pro Abguß so gewählt wird, daß die Gießformen und der Verteilerkanal beim Rotieren des Gießrades um seine Achse mit der Schmelze gefüllt werden, derart, daß die Präzisionsgußteile nach dem Erstarren der Schmelze durch einen im Verteilerkanal gebildeten Ring aus dem Gußwerkstoff zusammen gehalten und mit den Gießformen aus dem Gießrad entnommen werden, worauf die Präzisionsgußteile von dem Ring abgetrennt werden und das Material des Ringes einem Recycling-Prozeß zugeführt wird.

[0002] Es geht insbesondere, aber nicht ausschließlich, um die Herstellung von Präzisionsgußteilen aus titanhaltigen Werkstoffen.

[0003] Ein durch die EP 0 686 443 A1 bekanntes Verfahren befaßt sich vorrangig mit der Auswahl besonderer Formwerkstoffe, die einen Einfluß auf das Gieß- und Erstarrungsverhalten von Schmelzen aus titanhaltigen Werkstoffen haben wie

Reintitan, Ti 6 Al 2 Sn 4 Zr 2 Mo, Ti 15 V 3 Al 3 Cr 3 Sn, 50 Ti 46 Al 2 Cr 2 Nb	Ti 6 Al 4 V, Ti 5 Al 2,5 Sn Ti Al 5 Fe 2,5 Titanaluminide.
---	---

[0004] Auf solche Gußwerkstoffe erstreckt sich auch die Erfindung, ist aber hierauf nicht beschränkt. Infrage kommen auch andere Werkstoffe wie z.B. Nickel-Basislegierungen, hochwarmfeste Nickelaluminide, insbesondere Werkstoffe, die bei ihrer Gießtemperatur hoch reaktiv sind, wozu auch die obigen Gußwerkstoffe gehören.

[0005] Anwendungsmöglichkeiten liegen auf dem Gebiete der Verbrennungsmotoren, z.B. für oszillierend bewegte Teile wie Ventile, Pleuel und Kolbenbolzen, bei denen das Massen-, Geräusch- und Temperaturverhalten eine Rolle spielt. Anwendungsmöglichkeiten liegen aber auch auf dem Gebiete der rotierenden Maschinen wie Turbinenrädern, Turbinenschaufeln, Verdichterrädern und deren Teile, also sämtlich Massenartikel, bei den die Herstellkosten, die Präzision und die Einhaltung aller Produktparameter eine entscheidende Rolle spielen. Weitere interessante Anwendungsgebiete sind biomedizinische Prothesen wie z.B. Implantate, Sport- und Freizeitartikel, Werkzeuge und dergleichen mehr.

[0006] Sofern solche Werkstücke einfache Geometrien haben, also beispielsweise rotationssymmetrisch ausgebildet sind wie Ventile, können teilbare, beliebig oft wiederverwendbare metallische Formen eingesetzt werden, die zum Entformen der Gußteile lediglich ge-

öffnet, nicht aber zerstört werden müssen.

[0007] Bei dem durch die EP 0 686 443 A1 bekannten Verfahren werden um einen zentralen Eingußkanal herum in teilbaren Formen jeweils mehrere Kränze von Gußteilen hergestellt, die auch zwischen den Kränzen durch das im Eingußkanal erstarrte Material zu einem Baum oder einer Traube von Gußteilen vereinigt sind. Hinzu kommt ein weiterer Gesichtspunkt: Die meisten der oben beschriebenen Werkstoffe sind bei Raumtemperatur hart und spröde, bei Temperaturen zwischen etwa 200 °C und 300 °C fest, aber noch duktil. Beim Entformen bei Raumtemperatur können aber Sprödrübrüche auftreten, die zu Ausschuß führen.

[0008] Für einmal verwendbare keramische Gießformen, die zum Entformen komplizierter Gußteile zerstört werden müssen, ist die bekannte Vorrichtung nicht vorgesehen.

[0009] Durch die DE 19 84 678 B2 und die entsprechende EP 0 992 305 A1 ist es gleichfalls bekannt, Präzisionsgußteile durch Abgießen von Schmelze in geteilte metallische Gießformen herzustellen, die in radialer Ausrichtung innerhalb eines axial geteilten metallischen Gießrades angeordnet sind. Durch die Anordnung der Gießformen innerhalb des Gießrades wird zwischen dessen radialen Wänden ein Verteilerkanal gebildet, der unmittelbar mit den Formhöhlräumen der Gießformen in Verbindung steht. Pro Abguß wird die Schmelzenmenge so gewählt, daß nach dem Erstarren der Schmelze auch im Verteilerkanal ein Ring aus Gußwerkstoff vorhanden ist, von dem die Gußteile radial abstehen und mit dem sie einen einteiligen Gußkörper bilden. Die Gußteile werden nach dem öffnen des Gießrades und dem Herausnehmen des Gußkörpers durch Abnehmen der beliebig oft wieder verwendbaren Gießformteile entformt und vom Ring abgetrennt. Bei dieser Gießtechnologie, die nur für zerstörungsfrei entformbare Gußteile wie beispielsweise Motorventile anwendbar ist, kommt die Schmelze an keiner Stelle mit keramischen bzw. oxidischen Werkstoffen in Berührung, so daß die nicht zu den Gußteilen gehörenden Materialmengen, und dazu gehört insbesondere der Ring, wieder eingeschmolzen und erneut vergossen werden können. Diese Materialmengen teurer Werkstoffe, das sogenannte "Umlaufmaterial", betragen etwa 50 bis 70 % der gesamten Materialmenge.

[0010] Soweit es sich um die Herstellung von komplizierten, insbesondere hinterschnittenen, Präzisionsgußteilen handelt, die nur unter Zerstörung der Gießformen entformt werden können, hat sich Gießtechnologie erhalten, für jeden Abguß neue, keramische bzw. oxidische Gießformen zu verwenden. Um hiermit wirtschaftlich fertigen zu können, werden solche Gießformen durch keramische bzw. oxidische Gießkanäle verbunden, so daß ganze Trauben oder "Cluster" von Gußteilen entstehen, deren gesamte Oberflächen mit den keramischen bzw. oxidischen Clusterformen in Berührung gekommen und dadurch kontaminiert worden sind. Dies ist für die Präzisionsgußteile selbst noch erträglich,

macht aber die Wiederwendung bzw. das Recyclen der übrigen Materialmengen (des Umlaufmaterials) problematisch, da sich dort die kontaminierenden Komponenten ansammeln. Man mußte sich daher dazu entschließen, solche Materialmengen nur einmal zur Wiederverwendung als "Umlaufmaterial" zuzulassen. Dadurch verteuert sich der Herstellprozeß enorm, insbesondere dann, wenn es sich um teure Gußwerkstoffe handelt wie beispielsweise die eingangs beschriebenen Werkstoffe auf Titanbasis, insbesondere die sehr teuren Titanaluminide.

[0011] Speziell Titan hat bei den materialbedingten Verarbeitungstemperaturen (es kann wegen der Versprödung nicht bei Raumtemperatur entformt werden) wegen seiner hohen Affinität zu Sauerstoff die Eigenschaft, Sauerstoff und Sauerstoffverbindungen aus den keramischen Formwerkstoffen aufzunehmen und selbst mit diesen Formwerkstoffen zu reagieren. Der Kontakt mit keramischen Werkstoffen verursacht eine deutliche Verringerung der Duktilität des Gußwerkstoffs und erschwert die Wiederverwendung des "Umlaufmaterials" bzw. des "Rücklaufschrotts", der infolgedessen nur in geringen Mengen bei Feingußprozessen wieder zugesetzt werden kann.

[0012] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, durch die der Einsatz keramischer, einmal verwendbarer Gießformen mit hoher Produktivität ermöglicht wird, ohne daß das Umlaufmaterial unzulässig stark kontaminiert und die Wiederverwendung, das Recycling, dieses Umlaufmaterials unerträglich stark eingeschränkt wird. Diese Forderungen stehen sich gewissermaßen diametral entgegen.

[0013] Die Lösung der gestellten Aufgabe erfolgt bei dem eingangs angegebenen Verfahren erfindungsgemäß dadurch, daß die Gießformen aus einem keramischen Werkstoff ausgewählt und formschlüssig und auswechselbar vom Gießrad abstehend an dieses angesetzt werden.

[0014] Die räumliche Ausrichtung der Gießformen bzw. ihrer Formhohlräume kann dabei radial, schräg oder tangential zum Gießrad erfolgen. Auch können die Gießformen mehr als eine, z.B. zwei, Eingußöffnungen besitzen. Speziell zum Gießen von Turbinenschaufeln können Gießformen verwendet werden, die an beiden Enden des Formhohlraums je eine Eingußöffnung besitzen. Auch muß die Rotationsachse des Gießrades nicht waagrecht verlaufen, sie kann auch unter einem Winkel zur Waagrechten oder sogar senkrecht ausgerichtet sein. In dem zuletzt genannten Fall ist dann bevorzugt die eine Seite des Gießrades zu schließen.

[0015] Durch die Erfindung wird die gestellte Aufgabe in vollem Umfange gelöst, insbesondere wird der Einsatz keramischer, einmal verwendbarer Gießformen mit hoher Produktivität ermöglicht, ohne daß das Umlaufmaterial unzulässig stark kontaminiert und die Wiederverwendung, das Recycling, dieses Umlaufmaterials unerträglich stark eingeschränkt wird. Die sich diametral

entgegenstehenden Forderungen werden damit gleichzeitig gelöst.

[0016] Die Schmelze kommt nur innerhalb der Gießformen, d.h. heißt nur einmal mit keramischen bzw. oxidischen Werkstoffen in Berührung, nicht aber die nicht zu den Gußteilen gehörenden Materialmengen, und dazu gehört insbesondere der Ring, die wieder eingeschmolzen und erneut vergossen werden können. Diese Materialmengen teurer Werkstoffe, das sogenannte "Umlaufmaterial", das etwa 50 bis 70 % der gesamten Materialmenge beträgt, kann also ohne nennenswerte Einschränkungen wieder verwendet werden. Eine zunehmende Kontamination durch Sauerstoff und/oder Oxide unterbleibt, und eine Begrenzung der Zahl der Präzisionsgußteile auf sogenannte "Cluster" ist außerdem nicht erforderlich. Die Erfindung ermöglicht z.B. die gleichzeitige Herstellung von etwa 50 Turbolader-Rädern in einem Prozeßzyklus.

[0017] Dadurch wird die wirtschaftliche Herstellung von komplizierten, insbesondere hinterschnittenen, Präzisionsgußteilen ermöglicht, die nur unter Zerstörung der Gießformen entformt werden können. Dadurch verbilligt sich der Herstellprozeß enorm, insbesondere dann, wenn es sich um teure Gußwerkstoffe handelt wie beispielsweise die eingangs beschriebenen Werkstoffe auf Titanbasis, insbesondere die sehr teuren Titanaluminide. Die Duktilität des Gußwerkstoffs bleibt erhalten und ermöglicht die mehrfache Wiederverwendung des "Umlaufmaterials" bzw. des "Rücklaufschrotts", der infolgedessen in großen Mengen bei Feingußprozessen wieder zugesetzt werden kann.

[0018] Es ist dabei im Zuge weiterer Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders vorteilhaft, wenn:

- * als Gießrad ein solches mit zwei Radrings verwendet wird, die an einer ringförmigen Trennfuge aneinanderstoßen, in der sich Ausnehmungen für das Einsetzen der Gießformen befinden, wenn die Radrings nach dem Einsetzen der Gießformen unter Bildung des Verteilerkanals axial zusammengefahren werden und wenn die Radrings nach dem Abguß unter Freigabe des Ringes aus Gußwerkstoff mit den Gießformen und den Präzisionsgußteilen axial auseinander gefahren werden.

[0019] Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zum Herstellen von Präzisionsgußteilen aus einer Schmelze mittels eines metallischen Gießrades mit einem ringförmigen Verteilerkanal und mit mehreren auswechselbaren Gießformen mit mindestens je einer Eingußöffnung, wobei die Gießformen und der Verteilerkanal beim Rotieren des Gießrades um seine Achse mit der Schmelze füllbar sind, derart, daß die Präzisionsgußteile nach dem Erstarren der Schmelze durch einen im Verteilerkanal gebildeten Ring aus dem Gußwerkstoff zusammengehalten und mit den Gießformen aus dem Gießrad entnehmbar sind.

[0020] Zur Lösung der gleichen Aufgabe ist eine solche Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Gießformen aus einem keramischen Werkstoff ausgewählt und formschlüssig und auswechselbar vom Gießrad abstehend an dieses ansetzbar sind.

[0021] Es ist dabei im Zuge weiterer Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung besonders vorteilhaft, wenn - entweder einzeln oder in Kombination -:

- * das Gießrad zwei Radringe aufweist, die an einer ringförmigen Trennfuge aneinanderstoßen, in der sich Ausnehmungen für das Einsetzen der Gießformen befinden, wenn die Radringe nach dem Einsetzen der Gießformen unter Bildung des Verteilerkanals axial zusammenfahrbar sind, und wenn die Radringe nach dem Abguß unter Freigabe des Ringes aus Gußwerkstoff mit den Gießformen und den Präzisionsgußteilen axial auseinander fahrbar sind,
- * die Gießformen je einen ihre Eingußöffnungen umgebenden flanschförmigen Rand besitzen, der formschlüssig in die komplementären Ausnehmungen in der Trennfuge des Gießrades parallel zur Achse des Gießrades einsetzbar ist,
- * die Radringe an ihren Außenseiten mit Halteringen versehen sind, die die flanschförmigen Ränder der Gießformen auf je einem Teil ihres Umfanges hintergreifen,
- * mindestens einer der Halteringe von dem zugehörigen Radring abnehmbar und außerhalb des Gießrades mit den Gießformen bestückbar ist,
- * mindestens einer der Halteringe in Sektoren unterteilt ist,
- * in mindestens einem der Radringe Gießtrichter angeordnet sind, die den Verteilerkanal mit den Eingußöffnungen der Gießformen verbinden,
- * die Gießformen von einem ringförmigen Fangkanal umgeben sind,
- * der Fangkanal eine Ringscheibe, eine zylindrische Zarge und einen radial einwärts gerichteten Ringflansch besitzt und wenn der Fangkanal an einem der Radringe befestigt ist,
- * an dem jeweils anderen Radring eine weitere Ringscheibe befestigt ist, die bei geschlossenem Gießrad eine Öffnung in dem Fangkanal zumindest weitgehend verschließt,
- * dem Gießrad eine Beschickungseinrichtung zugeordnet ist, mittels welcher vorgeheizte Gießformen in das Gießrad einsetzbar sind,

* die Beschickungseinrichtung zur Aufnahme mindestens eines der Halteringe ausgebildet ist, und/oder, wenn

5 * die Beschickungseinrichtung zur Aufnahme von Sektoren mindestens eines der Halteringe ausgebildet ist.

[0022] Der Erfindungsgegenstand eignet sich in bevorzugter Weise zum Schleudergießen von Präzisionsgußteilen.

[0023] Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes und seine Wirkungsweise werden nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 6 näher erläutert.

15 **[0024]** Es zeigen:

Figur 1 einen halben Axialschnitt entlang der Achse eines Gießrades mit zwei Radringen während eines Abgusses,

20 Figur 2 das Gießrad nach Figur 1 in geöffnetem Zustand zum Einsetzen der Gießformen und zur Entnahme der Gußteile mit den gefüllten Gießformen,

25 Figur 3 einen sektorförmigen Ausschnitt aus dem linken Radring mit axialer Blickrichtung gemäß dem Pfeil in Figur 2, jedoch ohne Gießformen,

30 Figur 4 einen Ausschnitt aus Figur 3 in perspektivischer Darstellung mit einer Gießform vor dem Einschub in den Radring,

35 Figur 5 eine Prinzipdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer automatischen Beschickungseinrichtung für Gießformen mit axialer Blickrichtung und

40 Figur 6 zwei weitere Ausführungsbeispiele einer automatischen Beschickungseinrichtung für Gießformen mit axialer Blickrichtung.

[0025] In Figur 1 ist ein Gießrad 1 dargestellt, das aus zwei Radringen 2 und 3 aus Niob mit einer gemeinsamen Rotationsachse A-A besteht, die zwischen sich einen ringförmigen Verteilerkanal 4 einschließen. Die Radringe 2 und 3 stoßen an einer Trennfuge 5 dicht aneinander. An das Gießrad 1 sind auf dem Umfang zahlreiche Gießformen 6 angesetzt, deren Eingußöffnungen 6a mit dem Verteilerkanal 4 fluchten. Einzelheiten der lösbaren Befestigung sind in Figur 4 gezeigt. Zu diesem Zweck besitzen die Radringe 2 und 3 entsprechende L-förmige Halteringe 2a und 3a, die aus Stahl oder einer Nickelbasis-Legierung bestehen, mit den Radringen 2 und 3 auch einstückig aus Niob ausgeführt sein können, wie dies Figur 4 zeigt.

[0026] Die Radringe 2 und 3 besitzen an ihren Außen-

seiten 2b und 3b koaxiale Führungsringe 7 und 8 aus Stahl, die gewissermaßen Ringschienen bilden und in Führungsrollen 9 und 10 laufen, die auf dem Umfang verteilt angeordnet sind und von denen nur jeweils eine dargestellt ist. Die Führungsrollen 9 und 10, von denen mindestens eine angetrieben ist, sind in Lagerböcken 11 und 12 gelagert, von denen die rechten in Richtung des Pfeils 13 verschiebbar sind, um das Gießrad 1 in die öffnungsstellung gemäß Figur 2 bringen zu können. Das Gießrad 1 wird gemäß Figur 1 durch einen kippbaren Schmelztiegel 14 beschickt, der mit seinem Inhalt, dem Gußwerkstoff, durch eine Induktionsspule 15 beheizbar ist. Der Schmelztiegel 14 ist als metallischer "Kaltwandtiegel" bekannter Bauweise ausgeführt, so daß die Schmelze nicht durch Tiegelmaterial kontaminiert werden kann. Solche Kaltwandtiegel bestehen aus hohlen, gekühlten Kupfersektoren, die nach Art einer Palisade auf dem Umfang aneinander gereiht sind, so daß sich auf der Innenseite ein "Skull" aus dem Gußwerkstoff bildet, der jede Kontamination des Gußwerkstoffs verhindert. Gegebenenfalls kann zwischen dem Schmelztiegel 14 und dem Verteilerkanal 4 noch eine - hier nicht gezeigte - herausnehmbare Leiteinrichtung für die Schmelze angeordnet sein.

[0027] Die gesamte Anordnung ist zur Vermeidung einer Kontamination (z.B. Oxidation) durch Gase in einer hier nicht gezeigten Kammer angeordnet, in der ein Vakuum oder eine Schutzgasatmosphäre aufrecht erhalten werden kann. Um beim Bruch einer der keramischen Gießformen oder bei einer anderen Undichtigkeit ein Austreten von Schmelze zu verhindern, ist das Gießrad 1 mit allen Gießformen 6 von einem ringförmigen und koaxialen Fangkanal 16 umgeben, der fest mit dem Gießrad 1 verbunden ist, aber gemäß Figur 2 geöffnet werden kann.

[0028] Diesen Zustand zeigt nun Figur 2: Die Radringe 2 und 3 sind an ihrer radialen Trennfuge 5 geöffnet und in bezug auf diese im Querschnitt asymmetrisch ausgebildet, so daß die Gießformen 6 zuverlässig gehalten und gemäß Figur 4 formschlüssig eingesetzt werden können. In geschlossenem Zustand gemäß Figur 1 untergreift auch der rechte Haltering 3a den rechten Teil des umlaufenden Randes 6b der Gießformen 6. Auch der Fangkanal 16 ist im Hinblick auf eine axiale, umlaufende Trennfuge 17 asymmetrisch zweiteilig ausgebildet und besteht auf der Seite des rechten Radrings 3 aus einer Ringscheibe 16a, einer zylindrischen Zarge 16b und einem von dieser radial einwärts gerichteten Ringflansch 16c. An dem linken Radring 2 ist eine weitere Ringscheibe 18 befestigt, die beim Gießbetrieb gemäß Figur 1 in eine öffnung 16d des Ringflansches 16c eingreift.

[0029] Figur 3 zeigt einen sektorförmigen Ausschnitt aus dem linken Radring 2 mit axialer Blickrichtung gemäß dem Pfeil 19 in Figur 2, jedoch ohne Gießformen 6. Unter Hinzunahme von Figur 4 ergibt sich folgendes: Die Gießformen 6 besitzen eine radiale Eingußöffnung 6a und einen diese umgebenden Rand 6b. Für diesen

Rand sind im Radteil 2 komplementäre Ausnehmungen 20 angeordnet, die radial einwärts zu je einem pyramidenförmigen Gießtrichter 21 erweitert sind, der unmittelbar in den Verteilerkanal 4 übergeht. In diese Ausnehmungen 2 lassen sich die Gießformen 6 in Richtung des Pfeils 22 (Figur 4) einschieben; sie werden in eingeschobener Stellung nach dem Schließen des Gießrades 1 (Figur 1) durch den Haltering 3a am rechten Radring 3 fest und dicht gehalten.

[0030] Figur 5 zeigt eine Prinzipdarstellung einer automatischen Beschickungseinrichtung 23 für Gießformen 6 in axialer Blickrichtung. An radialen Auslegern 24 sind Greifer 25 angeordnet, die eine entsprechende Zahl von vorgeheizten keramischen Gießformen 6 halten und diese sukzessive vor die Ausnehmungen 20 transportieren und in diese einschieben. Hier ist nur eine der Gießformen 6 dargestellt.

[0031] Figur 6 zeigt rechts eine Prinzipdarstellung einer automatischen Beschickungseinrichtung 23a für Gießformen 6 in axialer Blickrichtung. Radiale Ausleger 24a dienen zur Halterung eines Halterings 2a, der in Wirklichkeit auf dem Umfang geschlossen ist. In der linken Hälfte der Figur 6 ist der Haltering in Sektoren 26 unterteilt, zwischen denen sich Trennfugen 26a befinden. Es versteht sich, daß für beide Fälle an den Enden der Ausleger 24a entsprechende, aber nicht gezeigte, Greifvorrichtungen angeordnet sind. Auch in diesen Fällen wird eine entsprechende Zahl von vorgeheizten keramischen Gießformen 6 zum gemeinsamen Einsetzen mit dem Haltering 2a oder den Sektoren 26 in das Gießrad 1 gehalten. Auch hier ist nur eine der Gießformen 6 dargestellt.

[0032] Heizvorrichtungen, mit denen das Gießrad 1 und die Gießformen 6 auf Abgußtemperatur aufgeheizt werden, sind der Einfachheit halber nicht dargestellt. Nach dem Erstarren der Schmelze sind die in den Gießformen 6 befindlichen Gußteile durch das in den Gießtrichtern 21 und in dem Verteilerkanal 4 befindliche ringförmige Material sternförmig miteinander verbunden. Dieses Gebilde kann leicht aus dem Gießrad entnommen werden, ggf. durch automatische Mittel. Nach dem Abtrennen der Gießformen können die Gußteile entformt werden und die Materialmengen in den Gießtrichtern 21 sowie das Material im Verteilerkanal 4 kann, da es nicht mit dem keramischen Werkstoff der Gießformen 6 in Berührung gekommen ist, mehrfach wieder eingeschmolzen und für neue Abgüsse verwendet werden. Der Verwertungsgrad des Gußwerkstoffs wird dadurch beträchtlich gesteigert.

Bezugszeichenliste:

[0033]

55	1	Gießrad
	2	Radring
	2a	Haltering
	3	Radring

3a	Haltering				
4	Verteilerkanal				
5	Trennfuge				
6	Gießformen				
6a	Eingußöffnungen	5			
6b	Rand				
7	Führungsring				
8	Führungsring				
9	Führungsrollen				
10	Führungsrollen	10			
11	Lagerböcke				
12	Lagerböcke				
13	Pfeil				
14	Schmelztiegel				
15	Induktionsspule	15			
16	Fangkanal				
16a	Ringscheibe				
16b	Zarge				
16c	Ringflansch				
16d	öffnung	20			
17	Trennfuge				
18	Ringscheibe				
19	Pfeil				
20	Ausnehmungen				
21	Gießtrichter	25			
22	Pfeil				
23	Beschickungseinrichtung				
23a	Beschickungseinrichtung				
24	Ausleger				
24a	Ausleger	30			
25	Greifer				
26	Sektoren				
26a	Trennfugen				
A-A	Rotationachse	35			

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Präzisionsgußteilen aus einer Schmelze mittels eines metallischen Gießrades (1) mit einem ringförmigen Verteilerkanal (4) und mit mehreren auswechselbaren Gießformen (6) mit mindestens je einer Eingußöffnung (6a), wobei die Schmelzenmenge pro Abguß so gewählt wird, daß die Gießformen (6) und der Verteilerkanal (4) beim Rotieren des Gießrades (1) um seine Achse (A-A) mit der Schmelze gefüllt werden, derart, daß die Präzisionsgußteile nach dem Erstarren der Schmelze durch einen im Verteilerkanal (4) gebildeten Ring aus dem Gußwerkstoff zusammengehalten und mit den Gießformen (6) aus dem Gießrad (1) entnommen werden, worauf die Präzisionsgußteile von dem Ring abgetrennt werden und das Material des Ringes einem Recycling-Prozeß zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gießformen (6) aus einem keramischen Werkstoff ausgewählt und formschlüssig und auswechselbar vom Gießrad (1) abstehend an dieses angesetzt werden.
 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Gießrad (1) ein solches mit zwei Radrings (2, 3) verwendet wird, die an einer ringförmigen Trennfuge (5) aneinanderstoßen, in der sich Ausnehmungen (20) für das Einsetzen der Gießformen (6) befinden, daß die Radrings (2, 3) nach dem Einsetzen der Gießformen (6) unter Bildung des Verteilerkanals (4) axial zusammengefahren werden und daß die Radrings (2, 3) nach dem Abguß unter Freigabe des Ringes aus Gußwerkstoff mit den Gießformen (6) und den Präzisionsgußteilen axial auseinander gefahren werden.
 3. Vorrichtung zum Herstellen von Präzisionsgußteilen aus einer Schmelze mittels eines metallischen Gießrades (1) mit einem ringförmigen Verteilerkanal (4) und mit mehreren auswechselbaren Gießformen (6) mit mindestens je einer Eingußöffnung (6a), wobei die Gießformen (6) und der Verteilerkanal (4) beim Rotieren des Gießrades (1) um seine Achse (A-A) mit der Schmelze füllbar sind, derart, daß die Präzisionsgußteile nach dem Erstarren der Schmelze durch einen im Verteilerkanal (4) gebildeten Ring aus dem Gußwerkstoff zusammengehalten und mit den Gießformen (6) aus dem Gießrad (1) entnehmbar sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gießformen (6) aus einem keramischen Werkstoff ausgewählt und formschlüssig und auswechselbar vom Gießrad (1) abstehend an dieses ansetzbar sind.
 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gießrad (1) zwei Radrings (2, 3) aufweist, die an einer ringförmigen Trennfuge (5) aneinanderstoßen, in der sich Ausnehmungen (20) für das Einsetzen der Gießformen (6) befinden, daß die Radrings (2, 3) nach dem Einsetzen der Gießformen (6) unter Bildung des Verteilerkanals (4) axial zusammenfahrbar sind, und daß die Radrings (2, 3) nach dem Abguß unter Freigabe des Ringes aus Gußwerkstoff mit den Gießformen (6) und den Präzisionsgußteilen axial auseinanderfahrbar sind.
 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gießformen (6) je einen ihre Eingußöffnungen (6a) umgebenden flanschförmigen Rand (6b) besitzen, der formschlüssig in die komplementären Ausnehmungen (20) in der Trennfuge (5) des Gießrades (1) zumindest im wesentlichen parallel zur Achse (A-A) des Gießrades (1) einsetzbar ist.
 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Radrings (2, 3) an ihren Außen-

seiten mit Halteringen (2a, 3a) versehen sind, die die flanschförmigen Ränder (6b) der Gießformen (6) auf je einem Teil ihres Umfangs hintergreifen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens einer der Halteringe (2a, 3a) von dem zugehörigen Radring (2, 3) abnehmbar und außerhalb des Gießrades (1) mit den Gießformen (6) bestückbar ist. 5
10
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens einer der Halteringe (2a, 3a) in Sektoren (26) unterteilt ist. 10
9. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** in mindestens einem der Radringe (2, 3) Gießtrichter (21) angeordnet sind, die den Verteilerkanal (4) mit den Eingußöffnungen (6a) der Gießformen (6) verbinden. 15
20
10. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gießformen (6) von einem ringförmigen Fangkanal (16) umgeben sind. 20
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Fangkanal (16) eine Ringscheibe (16a), eine zylindrische Zarge (16b) und einen radial einwärts gerichteten Ringflansch (16c) besitzt und daß der Fangkanal (16) an einem der Radringe (2, 3) befestigt ist. 25
30
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** an dem jeweils anderen Radring (2, 3) eine weitere Ringscheibe (18) befestigt ist, die bei geschlossenem Gießrad (1) eine Öffnung (16d) in dem Fangkanal (16) zumindest weitgehend verschließt. 35
13. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem Gießrad (1) eine Beschickungseinrichtung (23) zugeordnet ist, mittels welcher vorgeheizte Gießformen (6) in das Gießrad (1) einsetzbar sind. 40
14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3, 7 und 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beschickungseinrichtung (23) zur Aufnahme mindestens eines der Halteringe (2a, 3a) ausgebildet ist. 45
15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3, 8 und 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beschickungseinrichtung (23) zur Aufnahme von Sektoren (26) mindestens eines der Halteringe (2a, 3a) ausgebildet ist. 50
55

FIG.1

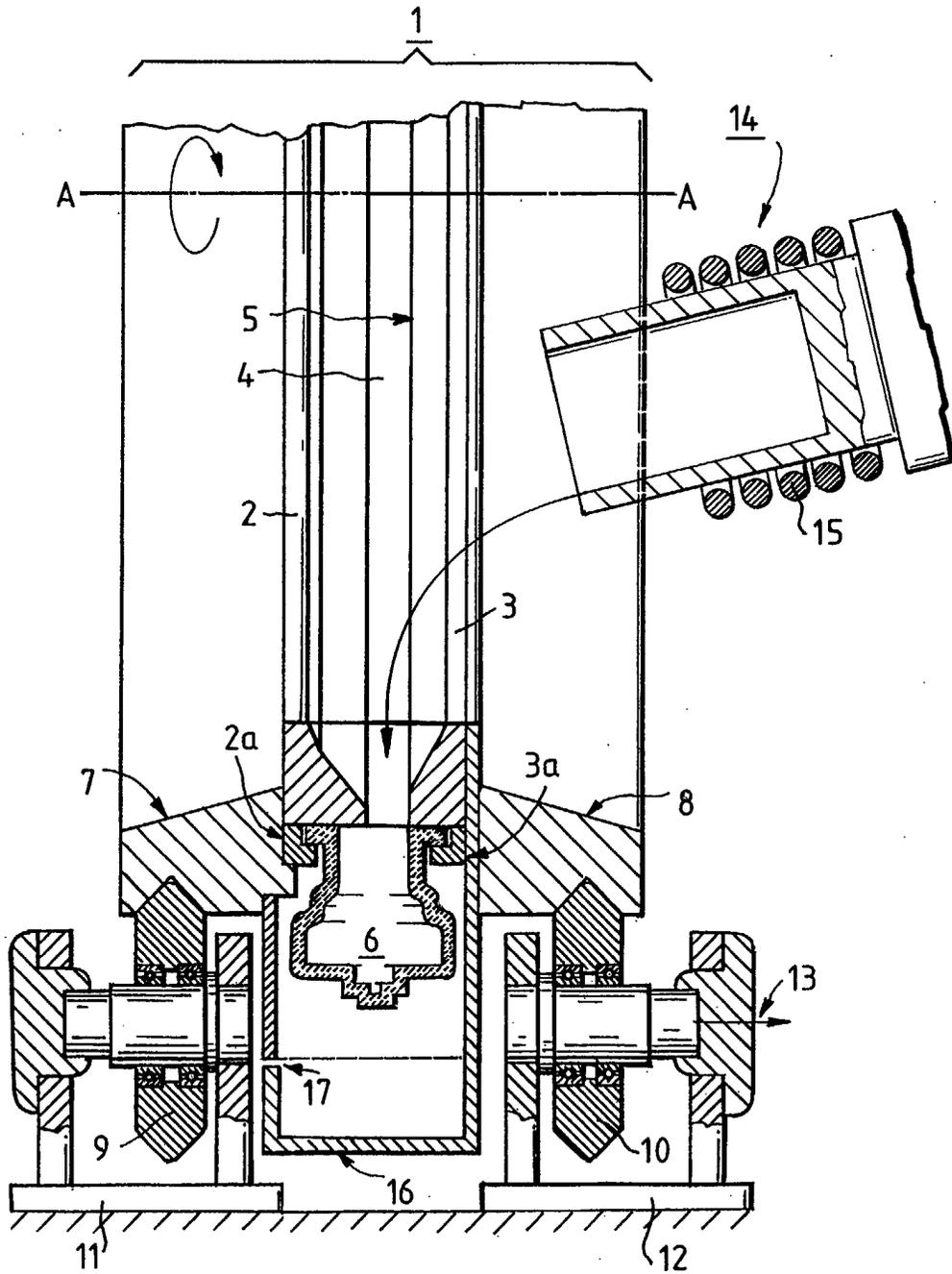
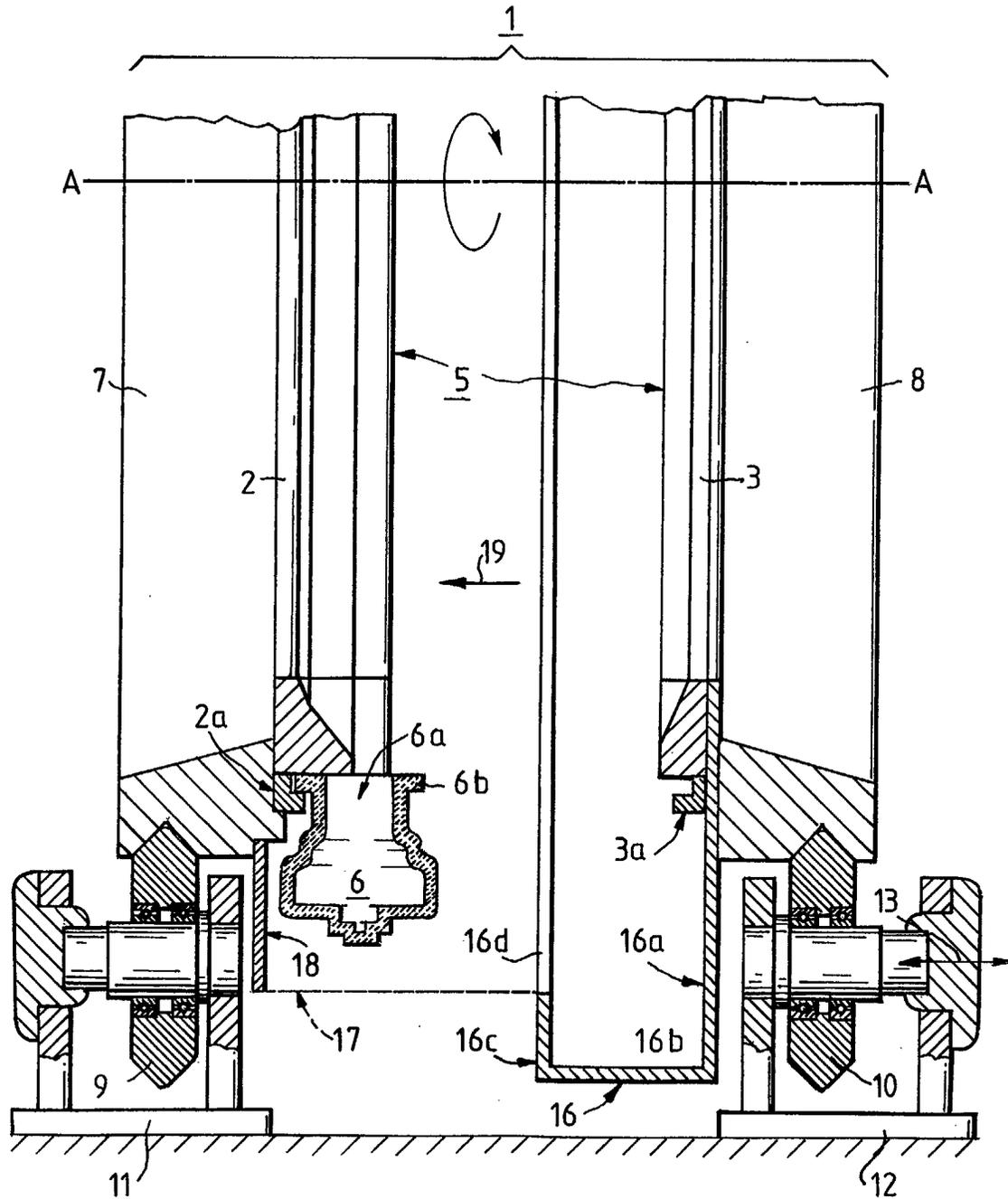


FIG.2



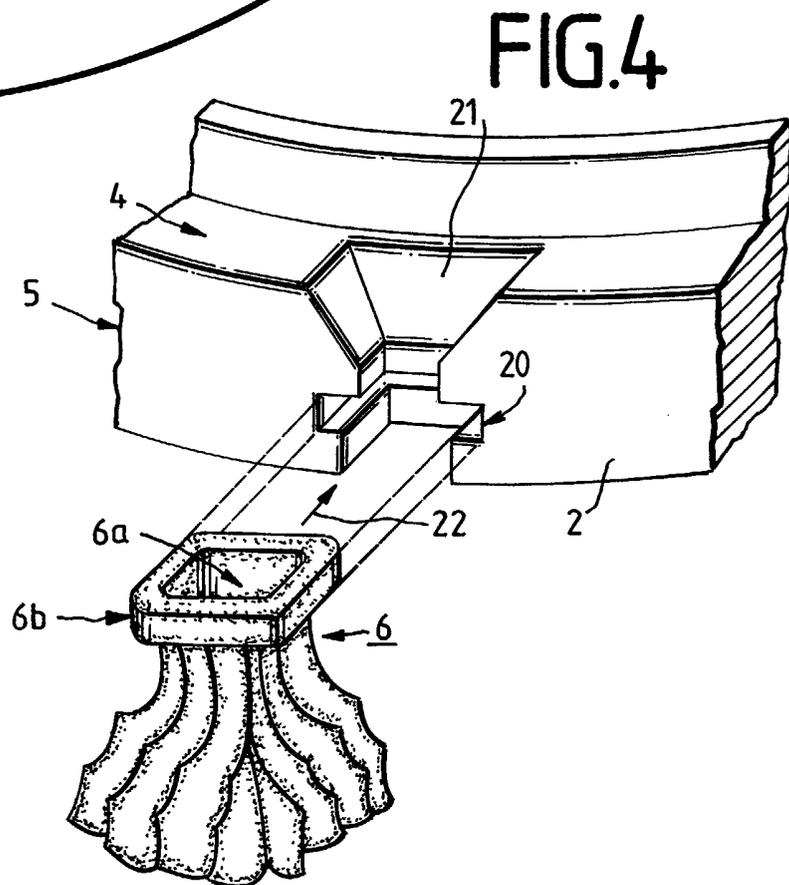
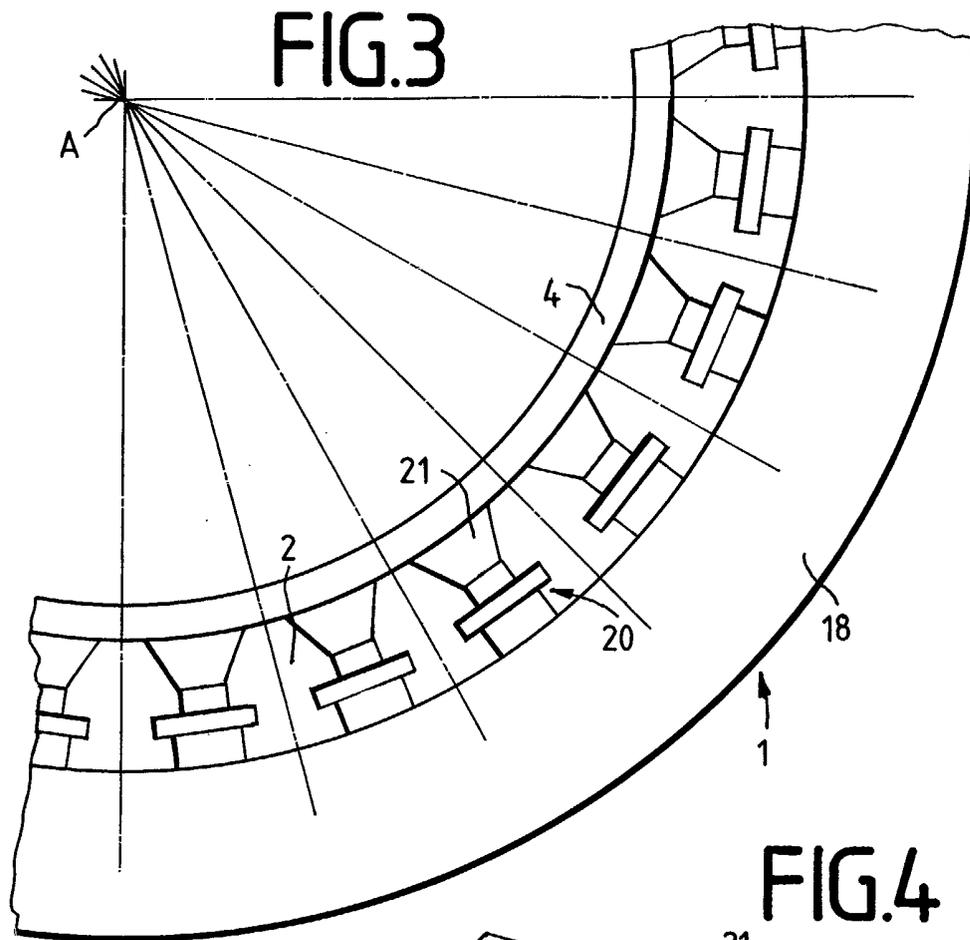


FIG.5

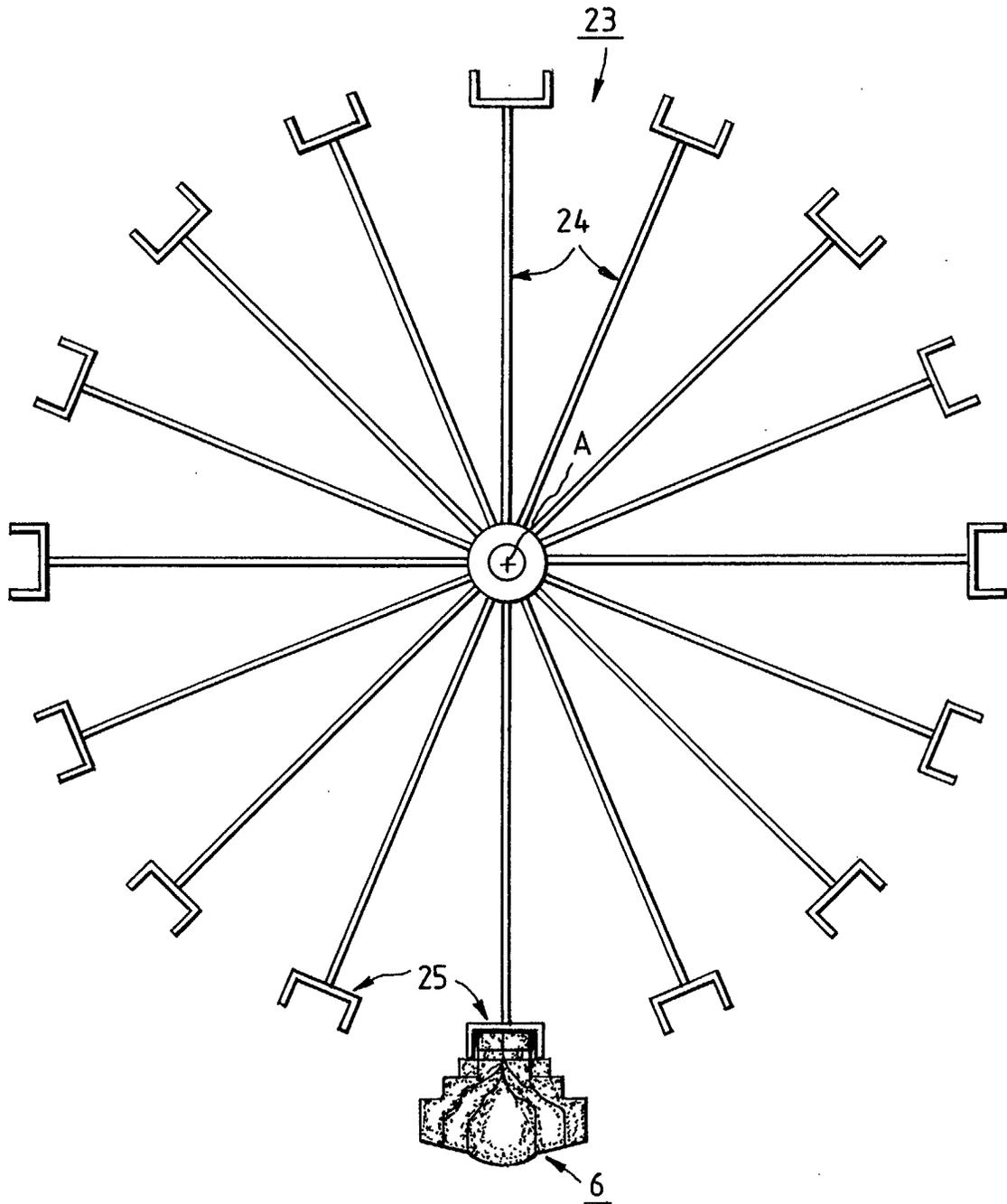


FIG.6

