

⑫ **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der neuen Patentschrift:  
**27.12.90**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: **B 22 C 9/24, B 22 D 7/04,**  
**B 22 D 27/04**

⑦① Anmeldenummer: **82103856.9**

⑦② Anmeldetag: **05.05.82**

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von dickwandigen, hohlen Gussstücken.**

③⑧ Priorität: **13.05.81 DE 3118928**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**24.11.82 Patentblatt 82/47**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**27.12.90 Patentblatt 90/52**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Entscheidung u"ber den Einspruch:  
**04.09.85 Patentblatt 85/36**

②④ Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE**

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
**AT-B- 295 765**  
**DE-A-2 317 151**  
**DE-A-2 827 091**  
**DE-A-2 914 551**  
**DE-B-2 113 267**  
**DE-C- 665 119**  
**DE-C- 961 290**  
**JA-A-28 898**  
**US-A-3 744 780**

**Giesserei 67, 1980, Nr.2, I. Karsay**  
**"Speisungsverfahren", S. 31 bis 38**

⑦③ Patentinhaber: **THYSSEN INDUSTRIE AG**  
**Am Thyssenhaus 1**  
**D-4300 Essen 1 (DE)**

⑦③ Patentinhaber: **TNH Transporte und**  
**Dienstleistungen Abwicklungsgesellschaft mbH**  
**Postfach 11 00 30 Rodenbacher Chaussee 6**  
**D-6450 Hanau 11 (DE)**

⑦⑦ Erfinder: **Derp, Helmut**  
**Kaiserstrasse 85**  
**D-4330 Mülheim (DE)**  
Erfinder: **Keese, Horst, Dr. Dipl.-Chem.**  
**Südring 24**  
**D-6458 Rodenbach 1 (DE)**  
Erfinder: **Schlich, Elmar, Dr.**  
**Untergasse 11**  
**D-6466 Gründau (DE)**

⑦④ Vertreter: **Dahlkamp, Heinrich-Leo, Dipl.-Ing.**  
**Thyssen Industrie AG Patentabteilung Am**  
**Thyssenhaus 1 Postfach 10 37 45**  
**D-4300 Essen 1 (DE)**

**EP 0 065 208 B2**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum speiserlosen Herstellen von dickwandigen Gußstücken aus Gußeisen mit Kugelgraphit, bei dem die Form unnachgiebig aufgebaut wird, die Gußstücke gekühlt werden und die Eingüsse so bemessen werden, daß das Gußeisen in ihnen erstarrt, bevor die eutektische Erstarrung des Gußstücks einsetzt. Beim speiserlosen Giessen ist die Form mit Ausnahme der Eingüsse abgeschlossen und ein Nachfließen des Gusseisens nach Füllung der Form erfolgt nicht von auf verschiedenen Stellen der Form abgebrachten trichterförmigen Speisern, sondern nur während kurzer Zeit durch die Eingüsse. Dickwandige, behälterartige Gußstücke aus Gußeisen mit Kugelgraphit werden z.B. benötigt als Transportbehälter für gebrauchte Brennelemente aus Kernkraftwerken. Dabei werden an die Qualität des Gussstücks besonders hohe Anforderungen gestellt. Es muss eine feinkörnige und zähe Gussstruktur haben, die frei von Volumendefizitfehlern, insbesondere frei von Mikroporen ist.

Dickwandiger Sandguss weist lange Erstarrungszeiten auf, da die frei werdenden beträchtlichen Wärmemengen nur über den isolierenden Formstoff abgeführt werden können. Dies kann im Falle von Gusseisen mit Kugelgraphit eine grobe globulitische Gussstruktur zur Folge haben. Hinzu kommt, dass unter diesen Bedingungen sich flache Temperaturgradienten zwischen der Restschmelze und der erstarrenden Randschale einstellen, die das Entstehen von Volumendefizitfehlern, insbesondere Mikroporen, begünstigen. Im Falle einer groben zellularen Gussstruktur kann die Volumenausdehnung, die bei der graphitischen eutektischen Kristallisation örtlich vorherrscht und einen zur Speisung sättigenden Druck ausübt, die Mikroporen nicht vollständig zuspeisen. Die schädlichen Folgen sind Mikrohohlräume, die zu Anzeigen bei zerstörungsfreien Prüfverfahren führen und Mikroseigerungen oder in Extremfällen sogar Karbidausscheidungen an den eutektischen Korn(Zell)grenzen, die die Zähigkeit des Werkstoffs beeinträchtigen.

Aus der DE—B—21 13 267 ist beim Elektro-schlackeumschmelzen bei der Erzeugung von dickwandigen Hohlkörpern bekannt, als Kern einen monolithischen Stützkörper mit Kühlung einzusetzen, der nach Ausschalten der Kühlung und damit verbundener Ausdehnung, sowie anschliessendem Wiedereinschalten der Kühlung aus dem erschmolzenen Block gezogen werden kann. Mit dem Problem der Herstellung von Gussstücken aus Gusseisen mit Kugelgraphit ohne Mikroporen beschäftigt sich die Schrift nicht, sondern mit einem Verfahren zum Ziehen des Kerns. Das gleiche Problem löst die DE—B—19 52 009 mit einem wassergekühlten Kern beim Elektro-schlackeumschmelzen durch Zurückziehen von keilförmigen Teilen des Kerns mittels eines Spindeltriebs, wobei zum Ziehen der Kerndurchmesser verkleinert wird. Aus der DE—A—28 27 091 ist es beim konventionellen

Giessen von Stahl zu Brammen oder Blöcken bekannt, eine Kokille aus Einzelwänden aus wassergekühlten Kühlkästen aufzubauen. Die DE—C—665 119 betrifft die Herstellung von Hohlkörpern, insbesondere Stahlgusshohlkörpern in einer um eine senkrechte Achse umlaufenden Schleudergussform, wobei der untere Teil der Innenwand des Gusskörpers mit einem Kühlmittel zusätzlich beschleunigt abgekühlt wird, um einer Lunkerbildung entgegenzuwirken. Mit dem Problem der Erfindung des porenfreien Giessens von Gusseisen mit Kugelgraphit befassen sich auch diese beiden Schriften nicht.

In Giesserei 67 (1980) Nr. 2 Seiten 31—37 werden die theoretischen Grundlagen für das speiserlose Giessen von Gussstücken aus Gusseisen mit Kugelgraphit besprochen. Die Sekundärschwindung der Gussstücke soll danach durch einen unnachgiebigen Formaufbau und Verschließen der Zugüsse zum Beginn des eutektischen Erstarrungszeitpunktes durch die Volumzunahme bei der eutektischen Erstarrung ausgeglichen werden. Es wird auch die Abkühlungsgeschwindigkeit als ein Parameter für die spezifische Ausdehnung genannt. Auf die Schwierigkeiten bei der Dichtspeisung durch die eutektische Volumzunahme wird ausführlich eingegangen. Aus der DE—OS 29 14 551 ist es bekannt, einen hohlen Gussblock aus Stahl im steigenden Guss abzugießen, bei dem die Innenoberfläche des Kerns mit Hilfe einer Gasströmung gekühlt wird, um die Schlußerstarrungsfront des Gussstücks nach innen zu verschieben und aus der japanischen Schrift Sho 50 28898 die Innenkühlung des Kerns, um das Seigerungsverhalten zu beeinflussen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik wird die Aufgabe der Erfindung darin gesehen, bei einem dickwandigen, behälterartigen Gussstück über einen die schalenförmige Erstarrung begünstigenden steileren Temperaturgradienten in Verbindung mit einer verkürzten Erstarrungszeit ein feinkörniges, seigerungsarmes und porenfreies Gussgefüge zu erhalten, wie es sonst nur in dünnwandigeren Gussstücken zu erreichen ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Gattung dadurch gelöst, dass für das Giesen von behälterartigen Gussstücken unter Verwendung eines Formkerns und einer Aussenform der unnachgiebige Aufbau sowohl den Formkern als auch die Aussenform betrifft und die Gussstücke sowohl an ihrer Aussen- als auch an ihrer Innenseite gekühlt werden, wobei die Kühlung an der Innenseite durch flüssigen, im System verdampfenden Stickstoff dosiert und geregelt erfolgt. Durch diese wirksame Art der Kühlung des Kerns von innen und den störenden Aufbau des Kerns wird bewirkt, dass das abkühlende Gussstück auf den Kern aufschumpft, eine Spaltbindung vermieden wird und so der gute Wärmeübergang erhalten bleibt. Durch den unnachgiebigen Aufbau der gesamten Form wirkt sich die Ausdehnung des Metalls während der graphitischen eutektischen Erstarrung voll als Druckerhöhung im Formhohlraum aus. Das hat

zur Folge, dass im erstarrenden Guss die Bildung von Mikroporen vermieden wird.

Im einzelnen kann die Erfindung wie folgt vorteilhaft ausgestaltet sein.

Zur wirksamen Druckerhöhung im Formhohlraum während der eutektischen Erstarrung trägt ausser der stabilen Ausbildung der Form auch die Kühlung der Gussstücke an der äusseren Oberfläche bei. Bei Gussstücken, wie Behältern für Brennelemente, bei denen die äussere Mantelfläche für den späteren, praktischen Einsatz mit Kühlrippen versehen sein muss, kann man schon eine ausreichende Kühlung an der Aussenoberfläche dadurch erreichen, dass die Gussstücke an ihrer äusseren Oberfläche mit gross dimensionierten Kühlrippen ausgebildet werden. Dann kann die Aussenform z.B. aus formstabilem, kaltharzgebundenem Quarzsand aufgebaut werden.

Die Kühlung der äusseren Oberfläche des Gussstücks kann, z.B. bei kleineren Kühlrippen oder einer glatten äusseren Oberfläche, durch eine metallische Aussenform verbessert werden. Die metallische Aussenform verbessert durch ihr grösseres Wärmeleitvermögen gegenüber einer keramischen Form die Abfuhr der Wärme nach aussen und dadurch infolge höherer Temperatur die Konvektionskühlung durch die Umgebungsluft. Diese kann noch durch Kühlrippen auf der Aussenform verbessert werden. Ausserdem kann man die metallische Aussenform durch Kühlmittel, vornehmlich durch flüssige, im System verdampfende, nicht brennbare Kühlmittel dosiert und geregelt kühlen.

Die Massnahmen zur Verbesserung der Aussenkühlung der Gussstücke fördern eine schalenförmige Erstarrung und erhöhen dadurch den die Dichtigkeit des Gussstücks verbessernden Druckanstieg in der Restschmelze während der eutektischen Erstarrung.

Bei einer für das Verfahren besonders geeigneten Giessform aus einem Formkern und aus einer Aussenform ist die äussere Kontur des Formkerns durch eine verlorene Form aus Stahlblech gebildet, an deren innerer Oberfläche von Kühlmittel durchflossene Kühlelemente angeordnet sind und der Zwischenraum zwischen der verlorenen Form, den Kühlelementen und der freie Raum im Inneren des Formkerns durch formbare, feinkörnige Substanzen ausgefüllt sind. Für die verlorene Form eignet sich Stahlblech mit 10 bis 20 mm Stärke. Die feinkörnigen Substanzen dienen der gestaltlichen Stabilisierung des Kerns und fördern den Wärmetransport zwischen der verlorenen Kokillenform und den Kühlelementen, in denen die Kühlung durch die durchfliessenden Kühlmittel bewirkt wird. Die Aussenoberfläche des Kerns wird im allgemeinen mit einer giesseisernen Schlichte versehen, um ein Anschweißen zu vermeiden.

Die Kühlelemente können als Kühlkästen ausgebildet sein, in denen Ein- und Ausströmröhre nebeneinander angeordnet sind, um eine gleichmässige Wärmeabfuhr zu ermöglichen. Die Kühlkästen sind vorteilhaft durch metallische Elemente wie Keile gehalten und gegen die verlo-

rene Form gedrückt. Anstelle von Kühlkästen kann auch mit Kühlschlangen gearbeitet werden.

Die feinkörnigen Substanzen, mit denen die Zwischenräume zwischen den Kühlelementen, der verlorenen Schalung und der Freiraum ausgefüllt sind, können keramische Formstoffe sein, wie sie in Giessereibetrieben üblich sind. Zur Erhöhung des Wärmeleitvermögens können aber auch feinkörnige metallische Stoffe, verzugsweise Stahlkies eingesetzt sein oder auch metallische Stoffe dem Formstoff zugesetzt werden.

Vorteilhaft besteht die Aussenform aus Stahlblech und ist mit Kühlelementen versehen. Dies können entweder Kühlkästen oder auch Kühlschlangen sein. Zusätzliche Kühlrippen verbessern die Wärmeabfuhr.

Im folgenden wird anhand einer Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert.

Es zeigen im einzelnen

Fig. 1 einen gegossenen Behälter für Brennelemente aus Kernkraftwerken in perspektivischer Darstellung.

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Giessform für Giessen des Behälters nach Fig. 1 im senkrechten Schnitt.

Zur speiserlosen Herstellung eines dickwandigen, behälterartigen Gussstücks 1 aus Gusseisen mit Kugelgraphit, nämlich eines Behälters für Brennelemente wurde die gesamte Form aus einem Formkern 6 und einer metallischen oder nichtmetallischen Aussenform 3 unnachgiebig aufgebaut und das Gussstück 1 sowohl an seiner Aussen- als auch an seiner Innenfläche gekühlt, wobei die Kühlung an der Innenfläche durch Kühlung des Formkerns 6 mit flüssigem Stickstoff erfolgte. Die Eingüsse 2 waren so bemessen, dass das Gusseisen in ihnen erstarrte, bevor die eutektische Erstarrung des Gussstückes 1 einsetzte. Die Aussenform 3 war aus formstabilem, kaltharzgebundenem Quarzsand aufgebaut. Zur Herstellung der Aussenform 3 wurden Kerne 4 für die auf der Aussenfläche des Gussstücks 1 zu erzeugenden Kühlrippen 5 eingesetzt. Der verlorene Formkern 6 bestand aussen aus einem ca. 6 m langen zylindrischen Eisenblechmantel 7 mit 15 mm Wandstärke mit einem 30 mm starken aufgeschweissten Deckel 8. Vor dem Anschweißen des Deckels 8 wurden die Kühlkästen 9, 10 in zwei Ebenen eingebracht und mit Stahlkeilen 11 gegen den Blechmantel 7 angepresst. Eine gute Kühlung der Kühlkästen 9, 10 wurde erreicht durch ein System von parallelen, senkrecht verlaufenden Kühlrohren, wobei über den Gesamtumfang verteilt, jeweils eine untere Zuleitung und eine obere Ableitung abwechselnd verlegt und an je eine Zuführungs- und Abführungsringleitung angeschlossen waren. Auch der Deckel 8 war mit einem Kühlkasten 12 versehen. Der Kern 6 war stehend angeordnet. Das Gussstück wurde steigend gegossen. Die Giesstemperatur betrug 1320°C, die Menge an magnesiumbehandeltem und geimpften Eisen lag bei 115 t. Die Zusammensetzung der Schmelze entsprach einem GGG—40.3, DIN 1693. Die ungefähren Abmessungen des Gussstücks 1 betrugen bezüglich der

Länge 6 400 mm, des äusseren Durchmessers mit Rippen 2 500 mm, des inneren Durchmessers 1 200 mm; die Bodenstärke lag bei 400 mm.

Nach dem Abguss wurde der Kern 6 mit flüssigem Stickstoff in der Weise gekühlt, dass beim Einströmen in die Kühlelemente 9, 10, 12 eine Verdampfung erfolgte. Die Eingüsse 2 waren so ausgelegt, dass sie zufroren, als die Schmelze in der Form eine Temperatur von 1160 bis 1200°C erreicht hatte. Die Kühlung wurde über die gesamte Erstarrungszeit beibehalten. Erst kurz oberhalb der  $\gamma$ - $\alpha$ -Umwandlung wurde die Kühlmittelzufuhr abgestellt, um die Ferritbildung nicht zu stören. Insgesamt wurde durch den Einsatz der Kühlung die Erstarrungszeit gegenüber einem reinen Sandguss um 56% verkürzt.

Nach erfolgter Erstarrung und Abkühlung in der Form wurden das Gussstück gezogen und die feinkörnigen Einstampungen im Kern beseitigt, die in mehreren Ebenen angeordneten Kühlelemente herausgeholt und schliesslich die Ausschalung, das ist der Blechmantel 7 mit dem Deckel 8 durch Aufschneiden und Ziehen entfernt. Das übrige Gussstück ist auf dem üblichen Wege geputzt worden.

Die Ultraschallprüfung des geputzten und innen bearbeiteten Gussstückes mit verschiedenen Winkel-Prüfköpfen und mit Frequenzen von 1 bis 2 MHz ergab keine Anzeigen bei einer Erkennbarkeit von einer Ersatzfehlergrösse von 3 mm.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum speiserlosen Herstellen von dickwandigen Gussstücken (1) aus Gusseisen mit Kugelgraphit, bei dem die Form (3, 6) unnachgiebig aufgebaut wird, die Gussstücke (1) gekühlt werden und die Eingüsse (2) so bemessen werden, daß das Gusseisen in ihnen erstarrt, bevor die eutektische Erstarrung des Gussstücks (1) einsetzt, dadurch gekennzeichnet, daß für das Giessen von behälterartigen Gussstücken (1) unter Verwendung eines Formkerns (6) und einer Aussenform (3) der unnachgiebige Aufbau sowohl den Formkern (6) als auch die Aussenform (3) betrifft und die Gussstücke (1) sowohl an ihrer Aussen- als auch an ihrer Innenseite gekühlt werden, wobei die Kühlung an der Innenseite durch flüssigen, im System verdampfenden Stickstoff dosiert und geregelt erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlung der Gussstücke (1) an ihrer äusseren Oberfläche dadurch erfolgt, dass die äussere Oberfläche mit grossdimensionierten Kühlrippen (5) ausgebildet wird.

3. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlung der Gussstücke (1) an der äusseren Oberfläche mittels einer metallischen Aussenform (3) erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Aussenform (3) durch Kühlrippen gekühlt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Aussenform (3) durch flüssige, im System verdampfende, nicht

brennbare Kühlmittel, wie flüssigen Stickstoff oder Wasser, dosiert und geregelt gekühlt wird.

6. Giessform aus einem Formkern (6) und aus einer Aussenform (3) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die äussere Kontur des Formkerns (6) durch eine verlorene Form aus Stahlblech (7, 8) gebildet ist, an deren innerer Oberfläche von Kühlmittel durchflossene Kühlelemente (9, 10, 12) angeordnet sind und die Zwischenräume zwischen der verlorenen Form (7, 8) den Kühlelementen (9, 10, 12) und der freie Raum im Innern des Formkerns (6) durch formbare, feinkörnige Substanzen ausgefüllt sind.

7. Giessform nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlelemente als Kühlkästen (9, 10) ausgebildet sind, in denen Ein- und Ausströmungsrohre nebeneinander angeordnet sind.

8. Giessform nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkästen (9, 10) durch metallische Elemente, wie Keile (11), gehalten und gegen die verlorene Form (7) gedrückt sind.

9. Giessform nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlelemente Kühlschlangen sind.

10. Giessform nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die feinkörnigen Substanzen metallische Substanzen, vorzugsweise Stahlkies, sind.

11. Giessform nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussenform (3) auf Stahlblech besteht.

12. Giessform nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussenform (3) mit Kühlelementen versehen ist.

13. Giessform nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussenform aus Kühlrippen besteht.

#### Revendications

1. Procédé de fabrication sand masselottes de pièces moulées à parois épaisses du genre récipient (1) en fonte à graphite sphéroïdal, caractérisé par le fait que le moule (3, 6) est construit rigide avec un noyau (6) et une forme extérieure (3), que les pièces moulées (1) sont refroidies à la fois à leur surface extérieure et à leur surface intérieure, le refroidissement à la surface intérieure étant effectué par refroidissement du noyau (6) par des agents réfrigérants, et que les coulées (2) sont dimensionnées de façon que la fonte s'y solidifie avant que commence la solidification eutectique de la pièce moulée (1).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le refroidissement des pièces moulées (1) à leur surface extérieure se fait grâce au fait que celle-ci présente des ailettes de refroidissement (5) de grandes dimensions.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le refroidissement des pièces moulées (1) à leur surface extérieure est effectué au moyen d'une forme extérieure (3) métallique.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé par le fait que la forme extérieure métallique (3) est refroidie par des ailettes de refroidissement.

5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé par le fait que la forme extérieure métallique (3) est refroidie de manière dosée et réglée par des agents réfrigérants incombustibles liquides qui s'évaporent dans le système, par exemple de l'azote liquide ou de l'eau.

6. Moule constitué d'un noyau (6) et d'une forme extérieure (3) pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le contour extérieur du noyau (6) est formé d'une forme perdue en tôle d'acier (7, 8) contre la surface intérieure de laquelle sont placés des éléments de refroidissement (9, 10, 12) parcourus par des agents réfrigérants, et les intervalles entre la forme perdue (7, 8) et les éléments de refroidissement (9, 10, 12) et l'espace libre à l'intérieur du noyau (6) sont remplis par des substances à grain fin plastiques.

7. Moule selon la revendication 6, caractérisé par le fait que les éléments de refroidissement sont constitués de boîtes de refroidissement (9, 10) dans lesquelles des tuyaux d'entrée et de sortie sont disposés les uns à côté des autres.

8. Moule selon la revendication 7, caractérisé par le fait que les boîtes de refroidissement (9, 10) sont tenues et serrées contre la forme perdue (7) par des éléments métalliques, par exemple des cales (11).

9. Moule selon la revendication 6, caractérisé par le fait que les éléments de refroidissement sont des serpents.

10. Moule selon l'une des revendications 6 à 9, caractérisé par le fait que les substances à grain fin sont des substances métalliques, de préférence de la grenaille d'acier.

11. Moule selon l'une des revendications 6 à 10, caractérisé par le fait que la forme extérieure (3) est en tôle d'acier.

12. Moule selon la revendication 11, caractérisé par le fait que la forme extérieure (3) est pourvue d'éléments de refroidissement.

13. Moule selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé par le fait que la forme extérieure est constituée d'aillettes de refroidissement.

#### Claims

1. Process for feederless production of thick-rolled castings (1) from spheroidal graphite cast iron, in which the mould (3, 6) is constructed to be unyielding, the castings (1) are cooled and the sprues (2) are sized such that the cast iron solidifies in them before the eutectic solidification of the casting (1) starts, characterized in that, for the casting of container-like castings (1) with the

use of a mould core (6) and an outer mould (3), the unyielding construction concerns both the mould core (6) and the outer mould (3), and the castings (1) are cooled both on their outside and on their inside, the cooling on the inside being effected by liquid nitrogen, vaporizing in the system, in a metered and controlled fashion.

2. Process according to Claim 1, characterized in that the cooling of the castings (1) on their outer surface is effected by forming the outer surface with large-dimensioned cooling fins (5).

3. Process according to one of the above claims, characterized in that the cooling of the castings (1) on the outer surface is effected by means of a metallic outer mould (3).

4. Process according to Claim 3, characterized in that the metallic outer mould (3) is cooled by means of cooling fins.

5. Process according to Claim 3, characterized in that the metallic outer mold (3) is cooled by liquid non-flammable coolants vaporizing in the system, such as liquid nitrogen or water, in a metered and controlled fashion.

6. Casting mould consisting of a mould core (6) and of an outer mould (3) for carrying out the process according to one of the above claims, characterized in that the outer contour of the mould core (6) is formed by a lost mould of sheet steel (7, 8), on the inner surface of which cooling elements (9, 10, 12) carrying a flow of coolant are arranged, and the interspaces between the lost mould (7, 8), the cooling elements (9, 10, 12) and the free space in the interior of the mould core (6) are filled by formable, fine-grained substances.

7. Casting mould according to Claim 6, characterized in that the cooling elements are formed as cooling boxes (9, 10), in which inflow and outflow pipes are arranged side by side.

8. Casting mould according to Claim 7, characterized in that the cooling boxes (9, 10) are held by metallic elements such as wedges (11) and are forced against the lost mould (7).

9. Casting mould according to Claim 6, characterized in that the cooling elements are cooling coils.

10. Casting mould according to one of Claims 6 to 9, characterized in that the fine-grained substances are metallic substances, preferably steel shot.

11. Casting mould according to one of Claims 6 to 10, characterized in that the outer mould (3) consists of sheet steel.

12. Casting mould according to Claim 11, characterized in that the outer mould (3) is provided with cooling elements.

13. Casting mould according to Claim 11 or 12, characterized in that the outer mould consists of cooling fins.

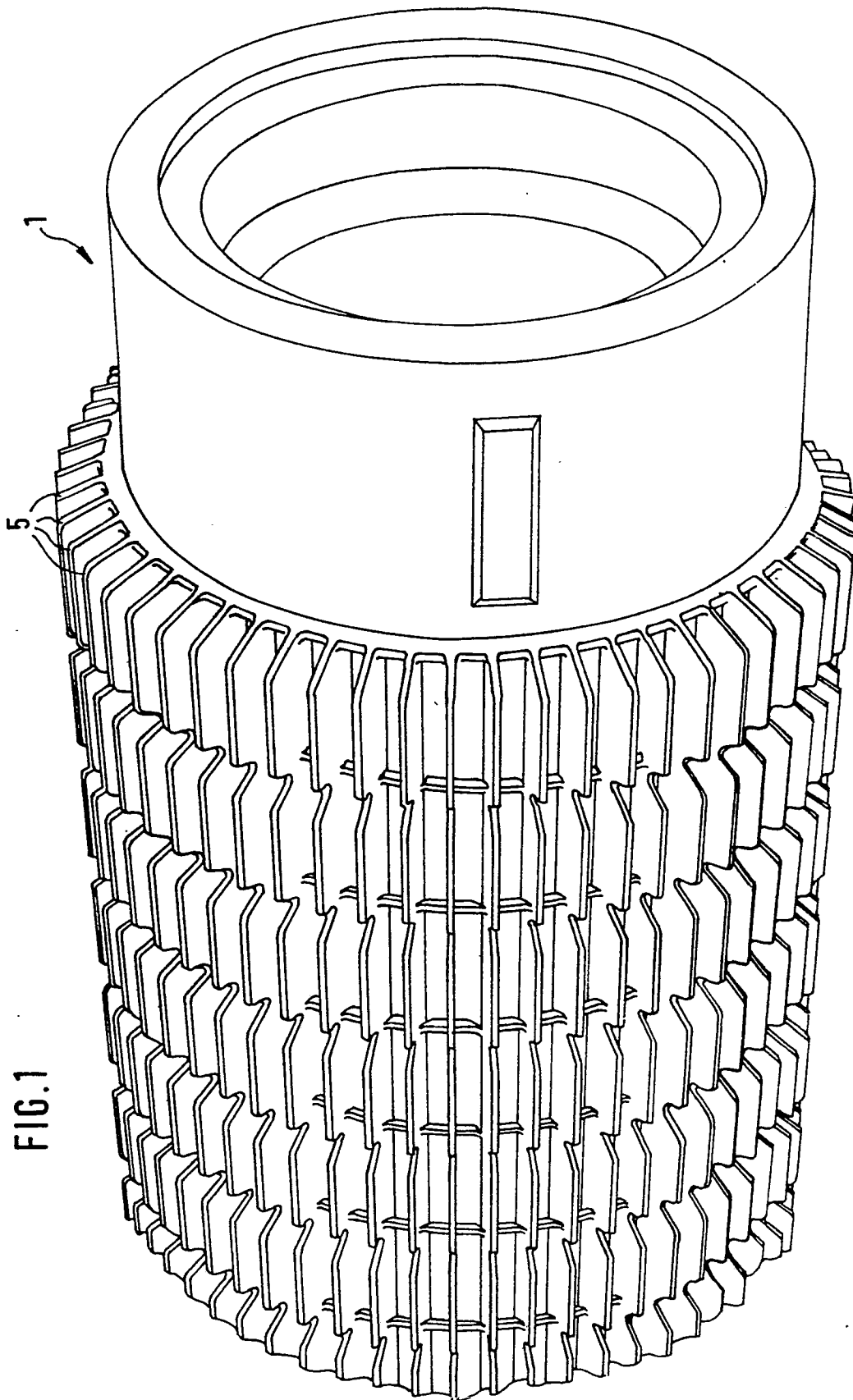


FIG. 1

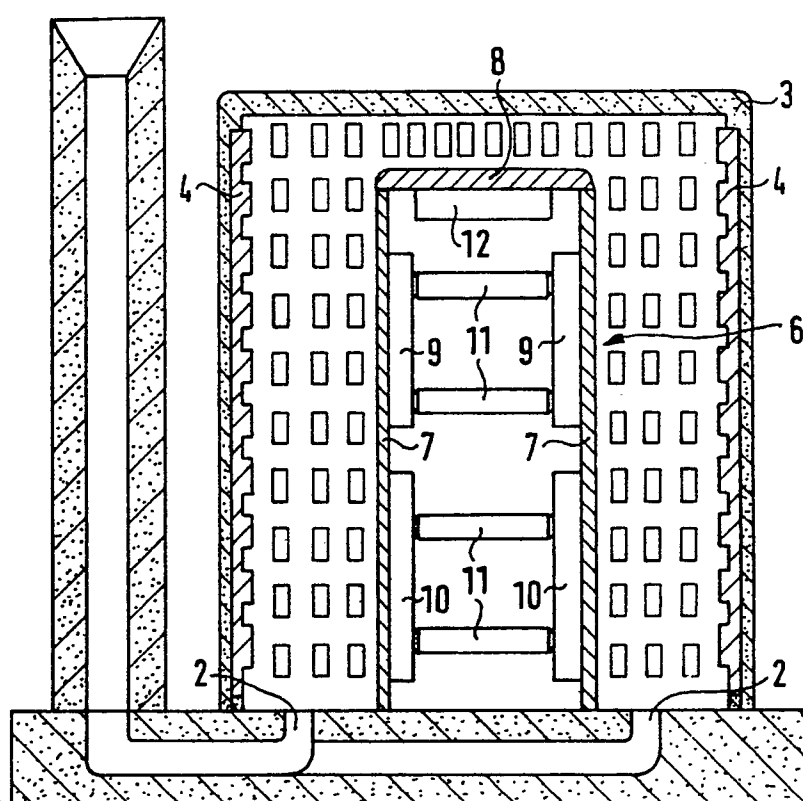


FIG. 2