

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: 82103856.9

⑸ Int. Cl.³: **B 22 C 9/24, B 22 D 7/04,**
B 22 D 27/04

⑱ Anmeldetag: 05.05.82

⑳ Priorität: 13.05.81 DE 3118928

⑦① Anmelder: **Thyssen Industrie AG, Am Thyssenhaus 1, D-4300 Essen (DE)**
Anmelder: **TRANSNUKLEAR GmbH, Postfach 11 00 30 Rodenbacher Chaussee 6, D-6450 Hanau 11 (DE)**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 24.11.82
Patentblatt 82/47

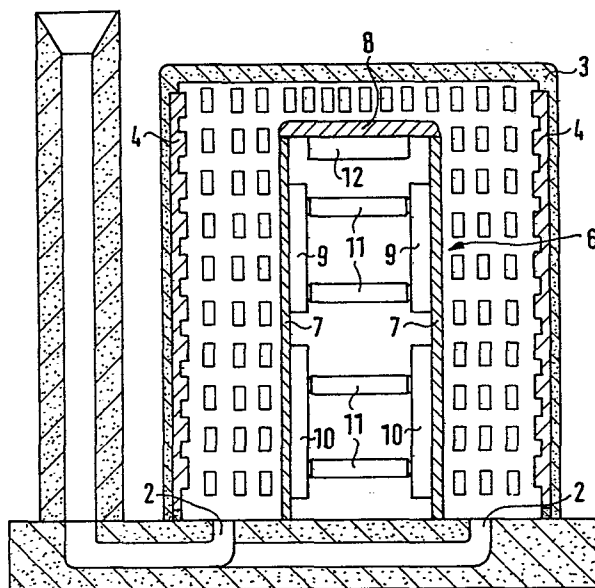
⑦② Erfinder: **Derp, Helmut, Kaiserstrasse 85, D-4330 Mülheim (DE)**
Erfinder: **Keese, Horst, Dr. Dipl.-Chem., Südring 24, D-6458 Rodenbach 1 (DE)**
Erfinder: **Schlich, Elmar, Dr., Untergasse 11, D-6466 Gründau (DE)**

④④ Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE**

⑦④ Vertreter: **Eberhard, Friedrich, Dr., Am Thyssenhaus 1, D-4300 Essen (DE)**

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

⑤⑦ An dickwandige, behälterartige Gußstücke aus Gußeisen mit Kugelgraphit, z. B. Transportbehälter für gebrauchte Brennelemente aus Kernkraftwerken werden besonders hohe Anforderungen gestellt hinsichtlich einer feinkörnigen und zähen Gußstruktur ohne Volumendefizitfehler, insbesondere ohne Mikroporen. Bei dickwandigem Sandguß von Gußeisen mit Kugelgraphit treten wegen der langen Erstarrungszeiten und des flachen Temperaturgradienten zwischen der Restschmelze und der erstarrenden Randschale häufig derartige Fehler und eine grobe globulitische Gußstruktur auf. Das erfindungsgemäße Verfahren löst das Problem, bei einem dickwandigen, behälterartigen Gußstück über einen die schalenförmige Erstarrung begünstigenden steileren Temperaturgradient in Verbindung mit einer verkürzten Erstarrungszeit ein feinkörniges, seigerungsarmes und porenfreies Gußgefüge zu erhalten, wie es sonst nur in dünnwandigen Gußstücken zu erreichen ist. Dazu werden die gesamte Form aus Formkern (6) und Außenform (3) unnachgiebig aufgebaut für eine gegenüber Sandguß verbesserte Wärmeabfuhr, insbesondere an der Innenoberfläche des Gußstücks gesorgt und die Eingüsse (2) so bemessen, daß das Gußeisen in ihnen erstarrt, bevor die eutektische Erstarrung des Gußstücks einsetzt.



Essen, den 12.5.1981

PZ 3268 Fö/gl

5 THYSSEN INDUSTRIE AG und Transnuklear GmbH
 Am Thyssenhaus 1 Rodenbacher Chaussee 6
 4300 Essen 1 6450 Hanau 11

10 Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung
 von dickwandigen, hohlen Gußstücken

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur spei-
serlosen Herstellung von dickwandigen, behälterartigen Gußstücken
15 aus Gußeisen mit Kugelgraphit. Derartige Gußstücke werden zum Bei-
spiel benötigt als Transportbehälter für gebrauchte Brennelemente
aus Kernkraftwerken. Dabei werden an die Qualität des Gußstücks be-
sonders hohe Anforderungen gestellt. Es muß eine feinkörnige und
zähe Gußstruktur haben, die frei von Volumendefizitfehlern, insbe-
20 sondere frei von Mikroporen ist.

Dickwandiger Sandguß weist lange Erstarrungszeiten auf, da die frei
werdenden beträchtlichen Wärmemengen nur über den isolierenden Form-
stoff abgeführt werden können. Dies kann im Falle von Gußeisen mit
25 Kugelgraphit eine grobe globulitische Gußstruktur zur Folge haben.
Hinzu kommt, daß unter diesen Bedingungen sich flache Temperaturgra-
dienten zwischen der Restschmelze und der erstarrenden Randschale
einstellen, die das Entstehen von Volumendefizitfehlern, insbesondere
Mikroporen, begünstigen. Im Falle einer groben zellularen Gußstruktur
30 kann die Volumenausdehnung, die bei der graphitischen eutektischen
Kristallisation örtlich vorherrscht und einen zur Speisung sättigen-
den Druck ausübt, die Mikroporen nicht vollständig zuspeisen. Die
schädlichen Folgen sind Mikrohohlräume, die zu Anzeigen bei zerstö-
rungsfreien Prüfverfahren führen und Mikroseigerungen oder in Ex-

35

tremfällen sogar Karbidausscheidungen an den eutektischen Korn(Zell)grenzen, die die Zähigkeit des Werkstoffs beeinträchtigen.

5

Aus der DE-AS 21 13 267 ist beim Elektroschlackeumschmelzen bei der Erzeugung von dickwandigen Hohlkörpern bekannt, als Kern einen monolithischen Stützkörper mit Kühlung einzusetzen, der nach Ausschalten der Kühlung, dadurch Ausdehnung und anschließendes Wiedereinschalten aus dem erschmolzenen Block gezogen werden kann. Mit dem Problem der Herstellung von Gußstücken aus Gußeisen mit Kugelgraphit ohne Mikroporen beschäftigt sich die DE-AS nicht, sondern mit einem Verfahren zum Ziehen des Kerns. Das gleiche Problem löst die DE-AS 19 52 009 mit einem wassergekühlten Kern beim Elektroschlackeumschmelzen durch Zurückziehen von keilförmigen Teilen des Kerns mittels eines Spindeltriebs, wobei zum Ziehen der Kerndurchmesser verkleinert wird. Aus der DE-OS 28 27 091 ist es beim konventionellen Gießen von Stahl zu Brammen oder Blöcken bekannt, eine Kokille aus Einzelwänden aus wassergekühlten Kühlkästen aufzubauen. Mit dem Problem der Erfindung des porenfreien Gießens von Gußeisen mit Kugelgraphit befaßt sich auch diese Schrift nicht.

15
20

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.

25

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Gattung dadurch gelöst, daß die gesamte Form aus Formkern und Außenform un- nachgiebig aufgebaut wird, für eine gegenüber Sandguß verbesserte Wärmeabfuhr gesorgt wird und die Eingüsse so bemessen werden, daß das Gußeisen in ihnen erstarrt, bevor die eutektische Erstarrung des Gußstücks einsetzt. Durch die beschleunigte Erstarrung des Gußeisens insbesondere im Kernbereich und die entsprechende Ausbildung eines steilen Temperaturgradienten im Formhohlraum wird die Bildung eines feinen zellularen Gußgefüges gefördert und die bei Sandguß weitgehend globu-

30
35

40

litische Erstarrung in Richtung auf eine erstarrende Randschale verschoben. Beide Faktoren vermindern die Gefahr einer Mikroporenbildung.

5 Der unnachgiebige Aufbau der gesamten Form bewirkt, daß das abkühlende Gußstück auf den Kern aufschumpft, damit eine Spaltbildung vermieden wird und so der gute Wärmeübergang erhalten bleibt. Die Maßnahme, daß die Eingüsse so bemessen werden, daß das Gußeisen in ihnen erstarrt, bevor die eutektische Erstarrung des Gußstücks einsetzt,

10 d.h., mit Abkühlung der Restschmelze auf Liquidustemperatur, bewirkt zusammen mit dem unnachgiebigen Aufbau der gesamten Form, daß sich die Ausdehnung des Metalls während der graphitischen eutektischen Erstarrung voll als Druckerhöhung im Formhohlraum auswirken kann. Das hat zur Folge, daß im erstarrenden Guß die Bildung von Mikroporen vermieden wird.

15

Im einzelnen kann die Erfindung wie folgt vorteilhaft ausgestaltet sein.

20 Die gute Wärmeabfuhr kann dadurch gefördert werden, daß die Gußstücke an ihrer inneren Oberfläche durch Kühlung des Inneren des Formkerns durch Kühlmittel, vornehmlich durch flüssige, im System verdampfende, nicht brennbare Kühlmittel, dosiert und geregelt gekühlt werden. Hierzu eignet sich flüssiger Stickstoff oder in einem Luftstrom zerstäubtes Wasser.

25

Die wirksame Druckerhöhung im Formhohlraum während der eutektischen Erstarrung kann außer durch die stabile Ausbildung der Form noch dadurch gefördert werden, daß die Gußstücke an der äußeren Oberfläche gekühlt werden. Bei Gußstücken, wie Behälter 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,

30

35 kaltharzgebundenem Quarzsand aufgebaut werden.

Die Kühlung der äußeren Oberfläche des Gußstücks kann, z.B. bei kleineren Kühlrippen oder einer glatten äußeren Oberfläche, durch eine
5 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.
10 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
15 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
20 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
25 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.
30 Die Außenoberfläche des Kerns wird im allgemeinen mit einer gießereiblichen 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
35 Wärmeabfuhr zu ermöglichen. Die Kühlkästen sind vorteilhaft durch metallische Elemente wie Keile gehalten und gegen die verlorene 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, vorzugsweise Stahlkies eingesetzt sein oder auch metallische Stoffe dem Formstoff zugesetzt werden.

10

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

15

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

Es zeigen im einzelnen

20

Fig. 1 einen gegossenen Behälter für Brennelemente aus Kernkraftwerken in perspektivischer Darstellung,
Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Gießform für das Gießen des Behälters nach Fig. 1 im senkrechten Schnitt.

25

Zur speiserlosen Herstellung eines dickwandigen, behälterartigen Gußstückes aus Gußeisen mit Kugelgraphit, nämlich einem Behälter für Brennelemente 1 wurde die gesamte Form unnachgiebig aufgebaut und für eine gegenüber Sandguß verbesserte Wärmeabfuhr, insbesondere an der Innenoberfläche gesorgt. 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 Gußstückes 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

40

- von parallelen, senkrecht verlaufenden Kühlrohren, wobei über den Gesamtumfang verteilt, jeweils eine untere Zuleitung und eine obere Ab-
- 5 leitung abwechselnd verlegt und an je eine Zuführungs- und Abführungs-
ringleitung angeschlossen waren. Auch der Deckel 8 war mit einem
Kühlkasten 12 versehen. Der Kern 6 war stehend angeordnet. Das Guß-
stück wurde steigend gegossen. Die Gießtemperatur betrug 1320 °C,
die Menge an magnesiumbehandeltem und geimpften Eisen lag bei 115 t.
- 10 Die Zusammensetzung der Schmelze entsprach einem GGG-40.3, DIN 1693.
Die ungefähren Abmessungen des Gußstücks 1 betragen 6.400 mm, der
äußere Durchmesser mit Rippen 2.500 mm, der innere Durchmesser 1.200 mm,
die Bodenstärke lag bei 400 mm.
- 15 Nach dem Abguß wurde der Kern 6 mit flüssigem Stickstoff in der Weise
gekühlt, daß beim Einströmen in die Kühlelemente 9,10,12 eine Ver-
dampfung erfolgte. Die Eingüsse 2 waren so ausgelegt, daß sie zufroren,
als die Schmelze in der Form eine Temperatur von 1160 bis 1200 °C er-
reicht hatte. Die Kühlung wurde über die gesamte Erstarrungszeit bei-
- 20 behalten. Erst kurz oberhalb der γ - α -Umwandlung wurde die Kühlmittel-
zufuhr abgestellt, um die Ferritbildung nicht zu stören. Insgesamt
wurde durch den Einsatz der Kühlung die Erstarrungszeit gegenüber
einem reinen Sandguß um 56 % verkürzt.
- 25 Nach erfolgter Erstarrung und Abkühlung in der Form wurden das Guß-
stück 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
- 30 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 Ersatzfehler-
- 35 gröÙe von 3 mm.

Patentansprüche:

- 5 1. Verfahren zur speiserlosen Herstellung von dickwandigen, behälter-
artigen Gußstücken aus Gußeisen mit Kugelgraphit, dadurch gekenn-
zeichnet,
daß die gesamte Form aus Formkern und Außenform unnachgiebig aufge-
baut wird,
10 daß für eine gegenüber Sandguß verbesserte Wärmeabfuhr, insbesondere
an der Innenoberfläche des Gußstücks gesorgt wird,
und daß die Eingüsse so bemessen werden, daß das Gußeisen in ihnen
erstarrt, bevor die eutektische Erstarrung des Gußstücks einsetzt.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gußstücke
an der inneren Oberfläche durch Kühlung des Inneren des Formkerns
durch Kühlmittel, vornehmlich durch flüssige, im System verdampfen-
de, nicht brennbare Kühlmittel, dosiert und geregelt gekühlt werden.
- 20 3. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß die Gußstücke an ihrer äußeren Oberfläche mit groß dimensionier-
ten Kühlrippen ausgebildet werden.
4. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
25 daß die Gußstücke an der äußeren Oberfläche durch eine metallische
Außenform gekühlt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die metalli-
sche Außenform durch Kühlrippen gekühlt wird.
- 30 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die
metallische Außenform durch Kühlmittel, vornehmlich durch flüssige,
im System verdampfende, nicht brennbare Kühlmittel, vorzugsweise
flüssigen Stickstoff oder Wasser, dosiert und geregelt gekühlt wird.
- 35 7. Gießform aus einem Formkern (6) und aus einer Außenform (3) zur
Durchführung des Verfahrens nach einem der obigen Ansprüche, da-
durch 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.

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

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

10. Gießform nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlelemente Kühlschlangen sind.

11. Gießform nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die feinkörnigen Substanzen metallische Substanzen, vorzugsweise Stahlkies, sind.

12. Gießform nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenform aus Stahlblech besteht.

13. Gießform nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenform (3) mit Kühlelementen versehen ist.

14. Gießform nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenform aus Kühlrippen besteht.

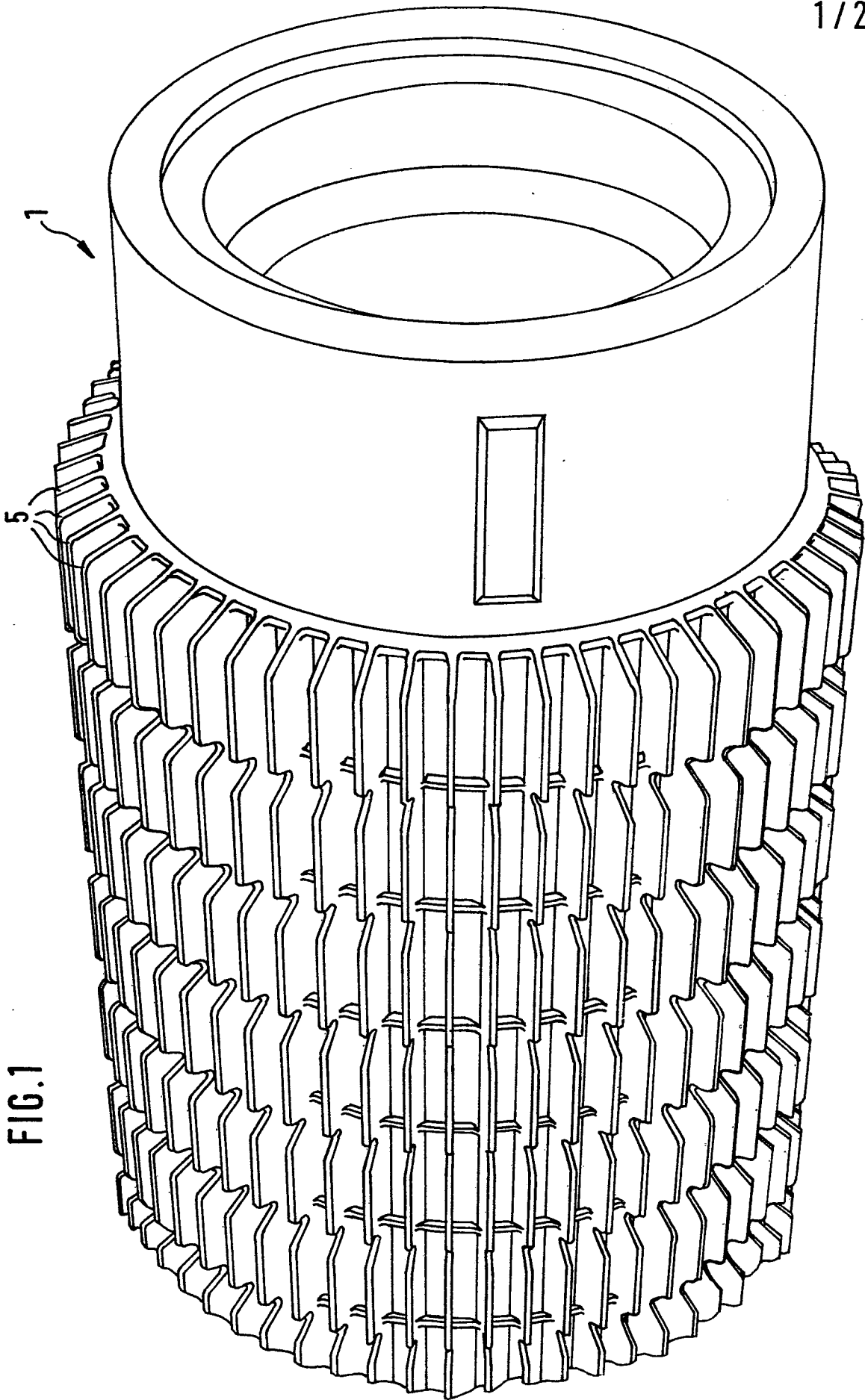


FIG. 1

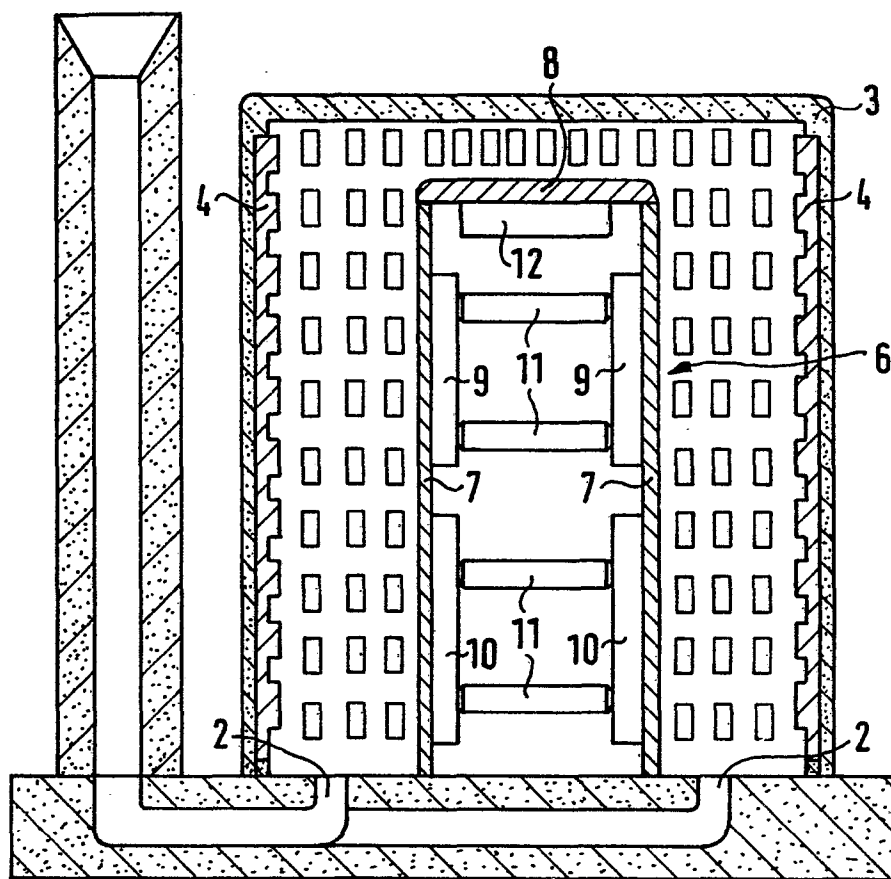


FIG. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0065208
Nummer der Anmeldung

EP 82 10 3856.9

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	<u>DE - C - 665 119</u> (F. BARTSCHERER) * Fig. 2 *	2	B 22 C 9/24 B 22 D 7/04 B 22 D 27/04
A	<u>DE - C - 961 290</u> (O. JUNKER GMBH) *Anspruch *	1	
A	<u>DE - A - 2 317 151</u> (WAKO KINZOKU KOGYO CO. LTD.) * Ansprüche 2, 3 *	6,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int Cl.)
A	<u>AT - B - 295 765</u> (VSESOJUZNY NAUCHNO- ISSLEDOVATELSKY INSTITUT ELEKTROTHER- MICHESKOGO OBORUDOVANIA) * Ansprüche 1 bis 5 *	2,8	B 22 C 9/00 B 22 D 7/00 B 22 D 27/00
D	& <u>DE - B - 1 952 009</u>		
D,A	<u>DE - A1 - 2 827 091</u> (R. SEYBOLD) * Anspruch 1 *	7	
D,A	<u>DE - B2 - 2 113 267</u> (INSTITUT ELEKTROS- WARKI IMENI E.O. PATONA AKADEMII NAUK UKRAINSKOJ) * Anspruch 2 *	2	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: mündliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde lie- gende Theorien oder Grund- sätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen ange- führtes Dokument
X	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		&: Mitglied der gleichen Patent- familie, übereinstimmendes Dokument
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Berlin		30-06-1982	GOLDSCHMIDT