PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 90/06196
B22D 13/10	A2	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 14. Juni 1990 (14.06.90)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT89/00105

(22) Internationales Anmeldedatum: 20. November 1989 (20.11.89)

(30) Prioritätsdaten:
A 2915/88 28. November 1988 (28.11.88) AT

(71)(72) Anmelder und Erfinder: BRUGGER, Gottfried [AT/AT]; Werksgelände 5, A-5503 Mitterberghütten (AT).

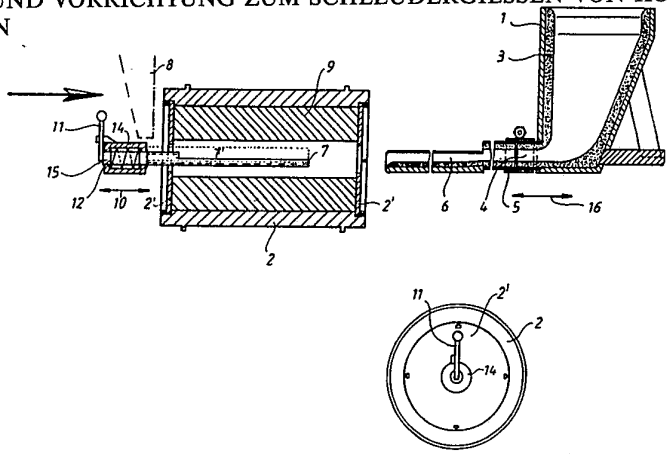
(74) Anwälte: BRAUNEISS, Leo usw. ; Strohgasse 10, A-1030 Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.

Veröffentlicht
Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR CENTRIFUGAL CASTING OF COPPER AND COPPER ALLOYS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM SCHLEUDERGIESSEN VON KUPFER UND KUPFERLEGIERUNGEN



(57) Abstract

In a process for centrifugal casting of copper, copper alloys and other alloys affected by oxygen, in particular bronze, at least one flux is introduced into the mould in order to limit or prevent the formation of an oxide film on the inner surface of the casting. The flux, in the form of solid borax, preferably powdered and possibly mixed with fine particulate metals with an affinity for oxygen, e.g. Mg, Li, Cer and/or powdered graphite and/or chamotte and/or charcoal, is applied in a layer 0.5 to 4 mm thick, preferably 1 to 3 mm, immediately after casting on the still molten inner surface of the casting.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schleudergießen von Kupfer, Kupferlegierungen oder anderen sauerstoffempfindlichen Legierungen, insbesondere Bronze, wobei zur Verringerung bzw. Vermeidung der sich an der Innenfläche des Gußstükkes ausbildenden Oxidschicht in die Gießform zumindest ein Zuschlagstoff eingebracht wird. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß als Zuschlagstoff unmittelbar nach dem Gießvorgang auf die insbesondere noch flüssige Innenfläche des Gußstückes festes, vorzugsweise pulverförmiges, Borax, gegebenenfalls gemeinsam mit feinteiligen Gemengen aus sauerstoffaffinen Metallen, z.B. Mg, Li, Cer, und/oder Graphit- und/oder Schamotte- und/oder Holzkohlenpulver, mit einer Schichtdicke von 0,5 bis 4 mm, vorzugsweise 1 bis 3 mm, aufgebracht wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MR	Mauritanien
BB	Barbados	FR	Frankreich	MW	Malawi
BE	Belgien	GA	Gabon	NL	Niederlande
BF	Burkina Fasso	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BJ	Benin	IT	Italien	SD	Sudan
BR	Brasilien	JP	Japan	SE	Schweden
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

Verfahren und Vorrichtung zum Schleudergießen von Kupfer und Kupferlegierungen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schleudergießen von Kupfer, Kupferlegierungen oder anderen sauerstoffempfindlichen Legierungen, insbesondere Bronze, wobei zur Verringerung bzw. Vermeidung der sich an der Innenfläche des Gußstückes ausbildenden Oxidschicht in die Gießform zumindest ein Zuschlagstoff eingebracht wird. Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Schleudergießen von Kupfer, Kupferlegierungen oder anderen sauerstoffempfindlichen Legierungen, insbesondere Bronze, zur Durchführung des Verfahrens, mit einer drehbaren Kokille und einem Gießrohr.

Beim Herstellen von Schleudergußstücken aus Kupfer, Kupferlegierungen oder anderen sauerstoffempfindlichen Legierungen, insbesondere Bronze, entsteht an der Innenfläche der Gußstücke durch Oxidation eine Oxidationsschicht, die ausgedreht werden muß. Die Dicke dieser Oxidationsschicht hängt dabei insbesondere von der Wandstärke des Gußstückes und von dem während des Gießvorganges und der Abkühlung aufgenommenen Sauerstoff ab. Bereits bei relativ geringen Wandstärken von etwa 15 bis 20 mm bildet sich eine störende Oxidationsschicht beträchtlicher Dicke, die im weiteren proportional mit der Wandstärke zunimmt. Bei dickeren Gußstücken kann die Stärke dieser auszudrehenden Schicht bis zu 15% der Wandstärke betragen. Die Stärke dieser Oxidschicht wird insbesondere von der Abkühlgeschwindigkeit der Schmelze und der Zeitdauer beeinflußt, während der die Schmelze an der Innenfläche des Gußstückes höhere Temperatur behält, da sich der Luftsauerstoff ungünstig auswirkt und die Dicke der sich auf der Innenfläche ausbildenden Oxidschicht beeinflußt.

Ein Verfahren zur Verbesserung der Oberfläche von Schleudergußstücken ist z.B. aus der DE-OS 2 422 339 bekannt.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gekennzeichnet, daß als Zuschlagstoff unmittelbar nach dem Gießvorgang auf die insbesondere noch flüssige Innenfläche festes, vorzugsweise pulverförmiges, Borax, gegebenenfalls gemeinsam mit feinteiligen Gemengen aus sauerstoffaffinen Metallen, z.B. Mg, Li, Cer, und/oder Graphit- und/oder Schamotte- und/oder Holzkohlenpulver, mit einer Schichtdicke von 0,5 bis 4 mm, vorzugsweise 1 bis 3 mm, aufgebracht wird. Das Einbringen von Borax nach dem Abgießen der Schmelze bewirkt, daß eine Ausbildung einer unerwünschten Oxidationsschicht nahezu völlig hintangehalten wird

und daß durch Verringerung der Wärmeabgabe die Fließfähigkeit des Metalls an der Innenfläche länger erhalten bleibt, womit das sogenannte Nachziehen (Nachströmen des noch fließfähigen Metalles beim Erstarren) während der Erstarrung begünstigt wird. Es zeigt sich, daß eine beträchtliche Verminderung der bisher notwendigen Innenzugabe auf etwa 1/4 des bisher notwendigen Übermaßes erreicht werden konnte. Dadurch kann in den meisten Fällen bei den hergestellten Gußstücken das Vordrehen entfallen und auch für dickere Wandstärken wird die Möglichkeit geboten, derartige Gußstücke in Vordrehqualität herstellen zu können. Damit ergeben sich beträchtliche Arbeits-, Material- und Gewichtseinsparungen, die von einer beträchtlichen Kostenersparnis begleitet sind.

Im Hinblick auf die Ausführungen auf Seite 10, vierter Absatz der DE-OS 2 422 339, sollen die Zuschlagstoffe gleichzeitig mit der Schmelze aufgegeben werden. Die vorgesehenen Zuschlagstoffe und das gemeinsame Einführen von Schmelze und Zuschlagstoffen in die Kokille ist aber gerade bei Buntmetallen einem gleichmäßigen Gesamtgußgefüge abträglich; überdies können mit der Zugabe speziell von Borax, allenfalls mit den weiteren erfindungsgemäß zugesetzten Zuschlagstoffen, ein verbesserter Schutz gegen Oxidation und eine weitaus bessere Oberflächenstruktur erreicht werden als bei der aus dieser DE-OS bekannten Vorgangsweise. Die erfindungsgemäß vorgesehene Zugabe von Borax auf die gerade ausgebildete noch flüssige Metalloberfläche in der angegebenen Schichtdicke ermöglicht die Ausbildung einer lunker- und fehlerfreien Oberfläche, die ohne Zwischenbearbeitung maßgedreht werden kann. Das gemeinsame Abgießen bzw. Einführen von Schmelze und Zuschlagstoffen in die kalte Kokille führt aufgrund der relativ raschen Abkühlung insbesondere von dünnwandigen Schleudergußstücken und der nicht allzugroßen Unterschiede in den spezifischen Gewichten der Schmelze und der Zuschlagstoffe dazu, daß ein Aufschwimmen der Zuschlagstoffe in der Schmelze bis zum Erstarrungseintritt aus Zeitmangel nicht immer in ausreichendem Maß erfolgt, sodaß die Zuschlagstoffe in der erkalteten Schmelze verteilt vorliegen. Bei dünnwandigen Gegenständen führt dies oftmals zu unbrauchbaren Gußstücken. Borax besitzt den Vorteil, daß es eine ausgesprochen gute Tendenz zeigt, auf der Schmelzenoberfläche verteilt zu bleiben.

Vorteilhaft ist es, wenn unmittelbar sofort nach dem Abgießen der Schmelze auf die Innenfläche des Gußstückes die Schicht aus Borax mit der angegebenen Dicke ausgebildet wird. Das aufgegebene Borax schmilzt bei

den herrschenden Temperaturen und eine Schicht mit dieser Dicke ist ausreichend, um den von der Legierung während des Gießvorganges aufgenommenen Sauerstoff abzubinden und die Ausbildung einer Oxidschicht zu verhindern. Gleichzeitig erfolgt ein ausreichender Schutz gegen den Luftsauerstoff. Eine negative Beeinflussung des Gefüges des Gegenstandes unterbleibt.

Bevorzugt ist es, Borax, gegebenenfalls gemeinsam mit den Gemengen, pulverförmig aufzugeben, so daß sie sich im Zuge der weiteren Drehung der Kokille mit dem Gußstück gleichmäßig über die Innenfläche des Gußstückes verteilen können. Wenn Borax und Gemenge mit geringer Wärmeleitfähigkeit eingesetzt werden, wird die Oberflächenqualität der Innenfläche weiter verbessert, da das Nachströmen des noch fließfähigen Metalles beim Erstarren auf der Innenfläche noch länger möglich ist.

Die Menge bzw. die Schichtdicke, in der Borax und gegebenenfalls die Gemenge eingebracht werden, wird insbesondere durch die Dicke des Werkstückes und den Durchmesser der Bohrung bzw. des Hohlvolumens des Werkstückes bestimmt.

Eine Vorrichtung zum Schleudergießen von Kupfer oder dessen Legierungen, insbesondere Bronze, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zum Gießrohr eine in die Kokille, insbesondere ins Innere des Gußstücks, führende oder in diese(s) einführbare Abgabeeinrichtung, z.B. ein Rohr, eine Schüttrinne od.dgl., vorgesehen ist, mit der festes, vorzugsweise pulverförmiges, Borax, gegebenenfalls gemeinsam mit feinteiligen Gemengen aus sauerstoffaffinen Metallen,z.B. Mg, Li, Cer, und/oder Graphit-, und/oder Schamotte- und/oder Holzkohlenpulver mit einer Schichtdicke von 0,5 bis 4 mm, vorzugsweise 1 bis 3 mm, auf die Innenfläche des Gußstückes aufbringbar ist. Eine derartige Abgabeeinrichtung kann relativ einfach aufgebaut sein und hat den Zweck, den in die Kokille einzubringenden Zuschlagstoffe ohne Aufwand einführen zu können. Prinzipiell ist es möglich, auch händisch, z.B. mit einer Schaufel, das Borax bzw. die Gemenge einzuschütten, jedoch ist die Dosierung mit Abgabeeinrichtungen genauer und die Anordnung derartiger Abgabeeinrichtungen, insbesondere bei einem automatisierten Gießbetrieb, vorteilhaft.

Bei einer vorteilhaften Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, daß die Abgabeeinrichtung eine um ihre Längserstreckung, insbesondere Längskante, vorzugsweise gegen die Wirkung einer Feder, in Abgabestellung kipp- bzw. verschwenkbar gelagerte Rinne ist, die in einem vorzugsweise relativ zur Kokille bewegbaren Träger bzw. Ge-

häuse verdrehbar gelagert ist oder an dem Gießrohr verschwenkbar gelagert und mit diesem in die Kokille ein- und ausfahrbar ist.

Die Erfindung richtet sich ferner auch auf eine Verwendung von vorzugsweise pulverförmigen Borax für die Aufbringung auf die (Innen)Oberfläche von im Schleuderguß hergestellten Werkstücken unmittelbar folgend auf das Abgießen der Schmelze aus Kupfer, Kupferlegierungen, insbesondere Bronze. Dieser Einsatzzweck von Borax ist neu und bringt die oben angegebenen Wirkungen.

Im folgenden wird die Erfindung an Hand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Vorrichtungen näher erläutert. Es zeigen: Fig.1 zeigt in einem schematischen Schnitt und Fig.1a in einer Seitenansicht eine erste Ausführungsform der Erfindung und Fig.2 und 2a zeigen in schematischen Schnitten und Fig.2b in einer Seitenansicht eine zweite Ausführungsform der Erfindung.

Gemäß Fig.1 ist eine Abgabeöffnung 4 eines mit einer Schamotteauskleidung 3 versehenen Schmelzenbehälters bzw. Gußtrichters 1 mittels einer Muffe 5 mit einem Gießrohr 6 verbunden, das vorne und oben bzw. seitlich zum Austritt der Schmelze geöffnet ist und in eine Kokille 2 entsprechend Pfeil 16 einführbar ist. An der dem Gießtrichter 1 abgewandten Seite der Kokille 2 mit Endwänden 2' ist eine Abgabeeinrichtung 7, im vorliegenden Fall eine um ihre Längserstreckung kippbare Rinne, vorgesehen, die in Richtung des Pfeiles 10 in die Kokille 2 ein und aus dieser ausgefahren werden kann. Die Rinne kann in ausgefahrene Stellung händisch oder aus einem angedeuteten Vorratsbehälter 8 beim Ein- oder Ausfahren mit Borax und gegebenenfalls feinteiligen Gemengen aus sauerstoffaffinen Metallen und/oder Graphit- und/oder Schamotte- und/oder Holzkohlepulver beschickt werden. Mit dem Einfahren bzw. der Zufuhrt von Borax bzw. des Gemenges auf das Gußstück 9 wird unmittelbar nach Beendigung des Einbringens der Schmelze bzw. nach Ausfahren des Gießrohres 6 begonnen. Nachdem sich das Gußstück 9 so weit abgekühlt hat, daß eine weitere Oxidation bzw. Ausbildung einer Oxidschicht auf der Innenfläche nicht mehr eintreten kann, wird das Gußstück 9 entformt und durch Drehen fertig bearbeitet.

Fig.1 zeigt eine seitliche Ansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung. In Fig.1 und 1a erkennt man einen Handgriff 11, mit dem die Rinne 7 gegen die Wirkung einer Feder 12 in Richtung des Pfeiles 13 verschwenkbar ist. Dazu ist der Endbereich 15 der Rinne 7 in einem Gehäuse 14 verdrehbar gelagert, welches auch die Feder 12 aufnimmt. Die Rinne 7 ragt zu-

mindest bis zur Mitte des Gußstückes 9, vorzugsweise bis nahe zum gegenüberliegenden Rand des Gußstückes 9. Die in Fig.1 und 1a beschriebene Anordnung ist insbesondere dann verwendbar, wenn der Innendurchmesser des Gußstückes relativ klein ist und das Gießrohr 6 und die Rinne 7 nicht gemeinsam Platz finden. Es ist durchaus möglich, den Schmelzenbehälter bzw. Gießtrichter 1 mit dem Gießrohr 6 ebenso wie die Rinne 7 stationär anzuordnen und das Gußstück 9 mit der Kokille 2 vom Gießrohr 6 abzuziehen und auf die Rinne 2 aufzuschieben; in diesem Fall ist nur die Kokille zu bewegen.

In Fig.1 ist strichliert die Möglichkeit angedeutet, die offene Fläche der Rinne 7 mit einem rinnen- bzw. halbschalenförmigen Abdeckschirm 7' zu überdachen, der am Gehäuse 14 befestigt ist. Falls die Rinne 7 und das Gießrohr 6 gleichzeitig in die Kokille beim Gießen eingeführt sind, wird vermieden, daß Metall in die Rinne 7 gelangt. Zum Ausleeren des Pulvers wird die Rinne 7 unter den Abdeckschirm 7' verschwenkt. In Fig.2 übernimmt das Gießrohr 6 die Funktion des Abdeckschirms 7'.

Fig.2 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung, bei der die Rinne 7 mit dem Gießrohr 6 kombiniert ist. Diese Anordnung ist platzsparend und insbesondere bei Gußstücken 9 mit etwas größerem Innendurchmesser einsetzbar. Die Rinne 7 ist, z.B. mittels Lager und Lagerzapfen, auf dem Gießrohr 6 um ihre Längserstreckung bzw. Längskante relativ zum Gießrohr 6 schwenkbar gelagert; über eine z.B. am Schmelzentrichter 1 gelagerte Welle 17 ist sie mit dem Handgriff 11 verbunden, der gegen die Wirkung der Feder 12 verstellbar ist, welche Feder 12 die Rinne 7 in geschlossener Stellung, d.h. in Anlage an das Gießrohr 6 drückt, wie sie in Fig.2a dargestellt ist. Das Befüllen der Rinne 7 erfolgt in ausgefahrenem Zustand. Diese Vorrichtung hat den Vorteil, daß unmittelbar nach dem Ende der Schmelzeneinbringung das Borax bzw. die Gemenge aufgegeben werden können.

Anstelle des Handgriffes 11 können auch mechanische Handhabungseinrichtungen vorgesehen sein. Die Querschnittsform der Rinne kann beliebig sein.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Beispieles näher erläutert:

Es sollte im Schleuderguß ein Rohling aus Rotguß nach DIN 1705, Schmelzenzusammensetzung Gz-Rg 7, von 172 mm Außendurchmesser und 134 mm Innendurchmesser bei 460 mm Länge hergestellt werden, der für die Herstellung eines Gleitlagers bestimmt war. Die waagrecht gelagerte Stahl-

kokille wurde auf etwa 150°C vorgewärmt. Nach Verschließen der Kokille wurde eine Eingießvorrichtung zentrisch angebracht, wobei die Ausflußöffnung des Eingießtrichters auf die Gußmasse abgestimmt ist und 28 mm Durchmesser hatte. An den Eingießtrichter wurde eine Gießrinne angeschlossen, die über zwei Drittel der Länge der Kokille reicht und sich annähernd horizontal in diese erstreckt. Mittels dieser Eingießvorrichtung wurde die abgewogene und auf 1150°C erhitzte Schmelze bei Steigerung der Umfangsgeschwindigkeit der Kokilleninnenwand auf 7 m/s derart eingegossen, daß der Gießtrichter mit einer Badspiegelhöhe von etwa 200 mm mit Schmelze gefüllt bleibt, wodurch ein konstanter Durchfluß und eine gleichmäßige Verteilung der Schmelze mittels der Eingußrinne in der Kokille gewährleistet wird. Die Gießzeit beträgt etwa 4 Sekunden. Danach wurde die Eingießvorrichtung entfernt und die Kokille mit Wasser gekühlt, worauf nach Erstarrung des Rohlings dieser aus der Kokille entnommen wurde. Unmittelbar nach Beendigung der Schmelzenzufuhr wurde in die Kokille Borax von Hand aufgegeben in einer Menge, daß sich auf der Innenfläche des Rohlings eine Schicht von geschmolzenen Borax ausbildete, die eine Dicke von etwa 1 mm hatte. Eine nennenswerte Oxidschichte an der Innenfläche wurde verhindert; die normalen Unebenheiten der Gußwand konnten im Zuge der Hauptdrehbearbeitung entfernt werden, sodaß das erwartete Vorabdrehen der Oxidschichte entfallen konnte.

Die Abmessungen der Gußstücke, die beim erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt werden können, spielen keine Rolle; es sind kurze Ringe von z.B. 50 mm Länge und Rohre von z.B. 2000 mm Länge in gleicher Weise herstellbar.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Schleudergießen von Kupfer, Kupferlegierungen oder anderen sauerstoffempfindlichen Legierungen, insbesondere Bronze, wobei zur Verringerung bzw. Vermeidung der sich an der Innenfläche des Gußstückes ausbildenden Oxidschicht in die Gießform zumindest ein Zuschlagstoff eingebracht wird, dadurch gekennzeichnet, daß als Zuschlagstoff unmittelbar nach dem Gießvorgang auf die insbesondere noch flüssige Innenfläche des Gußstückes festes, vorzugsweise pulverförmiges, Borax, gegebenenfalls gemeinsam mit feinteiligen Gemengen aus sauerstoffaffinen Metallen, z.B. Mg, Li, Cer, und/oder Graphit- und/oder Schamotte- und/oder Holzkohlenpulver, mit einer Schichtdicke von 0,5 bis 4 mm, vorzugsweise 1 bis 3 mm, aufgebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kokille mit dem Gußstück nach dem Einbringen des die Schicht bildenden Zuschlagstoffes weiter gedreht wird.

3. Vorrichtung zum Schleudergießen von Kupfer, Kupferlegierungen oder anderen sauerstoffempfindlichen Legierungen, insbesondere Bronze, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, mit einer drehbaren Kokille und einem Gießrohr, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zum Gießrohr (7) eine in die Kokille (2), insbesondere ins Innere des Gußstücks, führende oder in diese(s) einführbare Abgabeeinrichtung (6), z.B. ein Rohr, eine Schüttrinne od.dgl., vorgesehen ist, mit der festes, vorzugsweise pulverförmiges, Borax, gegebenenfalls gemeinsam mit feinteiligen Gemengen aus sauerstoffaffinen Metallen, z.B. Mg, Li, Cer, und/oder Graphit- und/oder Schamotte- und/oder Holzkohlenpulver mit einer Schichtdicke von 0,5 bis 4 mm, vorzugsweise 1 bis 3 mm, auf die Innenfläche des Gußstückes aufbringbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgabeeinrichtung eine um ihre Längserstreckung, insbesondere Längskante, vorzugsweise gegen die Wirkung einer Feder (12), in Abgabestellung kipp- bzw. verschwenkbar gelagerte Rinne (6) ist, die in einem vorzugsweise relativ zur Kokille (2) bewegbaren Träger bzw. Gehäuse (14) verdrehbar gelagert ist oder an dem Gießrohr (7) verschwenkbar gelagert und mit diesem in die Kokille (2) ein- und ausfahrbar ist.

5. Verwendung von vorzugsweise pulverigem Borax für die Aufbringung auf die (Innen)Oberfläche von im Schleuderguß hergestellten Werkstücken

unmittelbar folgend auf das Abgießen der Schmelze aus Kupfer, Kupferlegierungen, insbesondere Bronze.

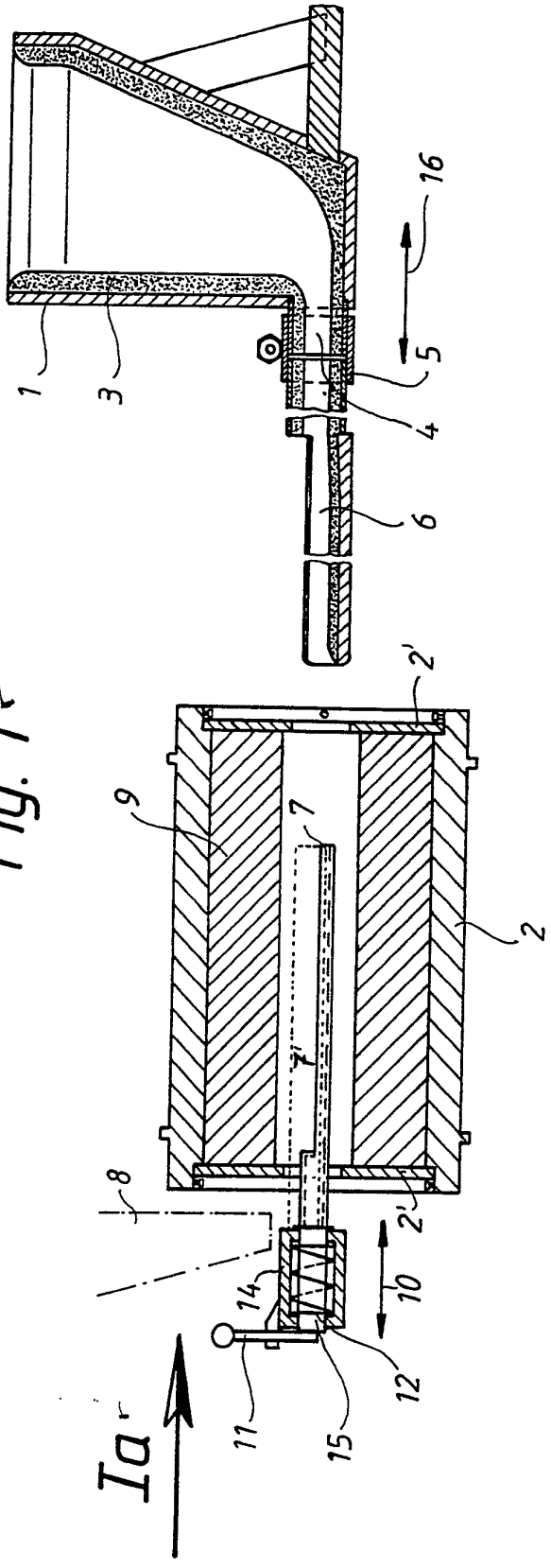


Fig. 1

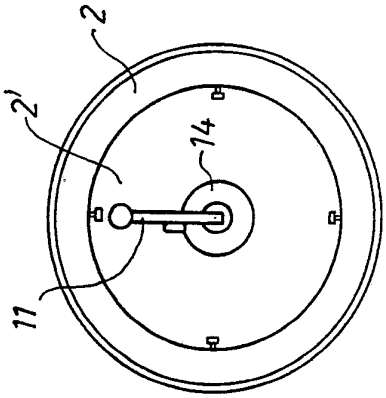


Fig. 1a

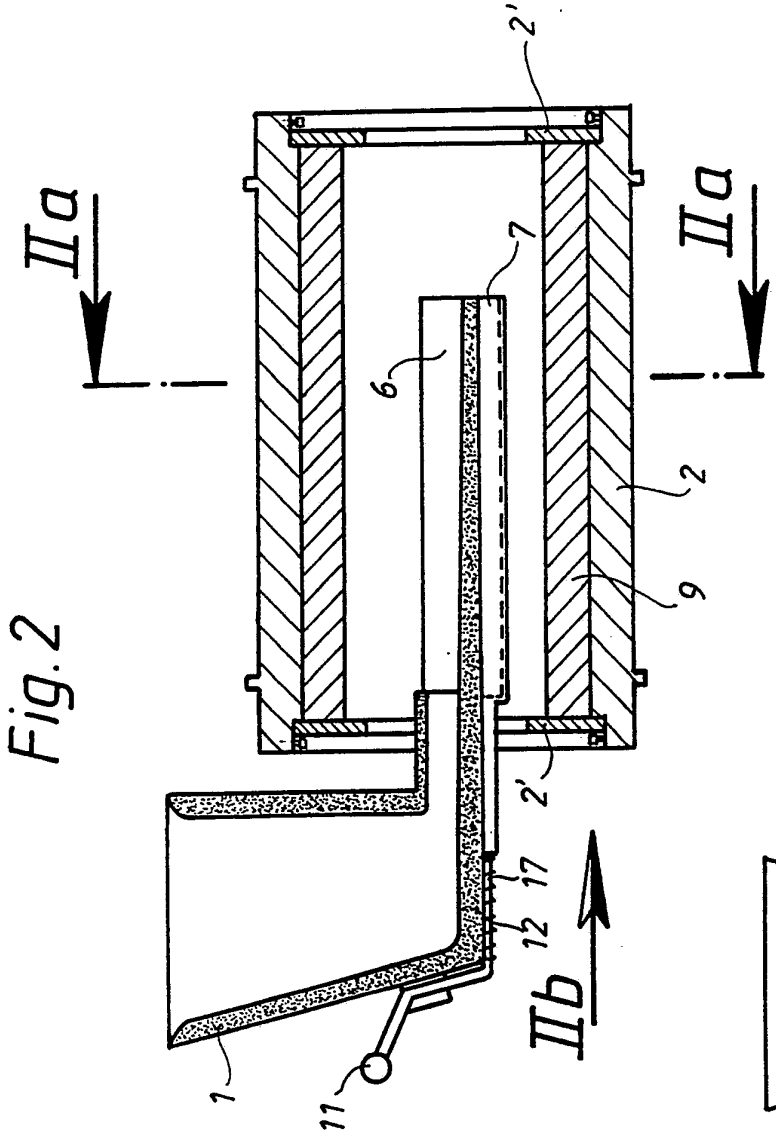


Fig. 2

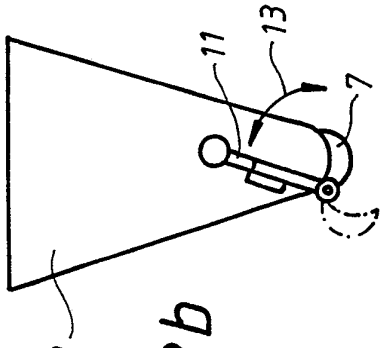


Fig. 2b

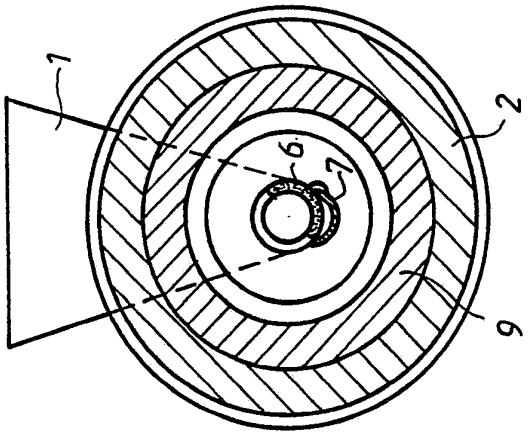


Fig. 2a