

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 622 597 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94105652.5**

51 Int. Cl.⁵: **F27D 3/14, B22D 1/00**

22 Anmeldetag: **13.04.94**

30 Priorität: **20.04.93 FI 931786**

72 Erfinder: **Jafs, Lars Henrik Mikael**
Tegelbacken 31
SF-00330 Helsingfors (FI)
Erfinder: **Jafs, Daniel**
Tegelbacken 31
SF-00330 Helsingfors (FI)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.94 Patentblatt 94/44

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE DK ES FR GB IT SE

74 Vertreter: **Weitzel, Wolfgang, Dr.-Ing.**
Patentanwalt
Friedenstrasse 10
D-89522 Heidenheim (DE)

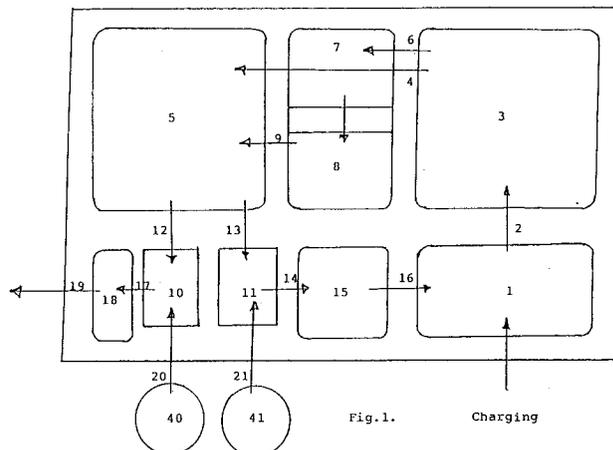
71 Anmelder: **ABJAFS EXPORT OY HOLIMESY**
P.O. Box 48
SF-00331 Helsingfors (FI)

54 **Verfahren und Vorrichtung zum Schmelzen von Metall insbesondere von Nichteisenmetall.**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schmelzen von Metall und zum Verarbeiten geschmolzenen Metalls, besonders von Nichteisenmetall, wobei das feste Metall einer Kammer zugeführt und von einer Kammer zu einer anderen durch Kanäle zugeführt wird, die die Kammern miteinander verbinden, bei gleichzeitigem Schmelzen oder Verarbeiten mittels thermischer Strahlung von den Kammerdeckeln, wobei eine oder mehrere Pumpen auf den Raum oberhalb des geschmolzenen Metalls in einer oder mehreren Pumpenkammern einwirkt, die an die Pumpe angeschlossen sind, deren jede im Bodenbereich über Kanäle mit einer Schmelzkammer in leitender

Verbindung steht, die geschmolzenes Metall zur Pumpenkammer führen, und mit einer Spritzkammer, von wo aus geschmolzenes Metall einer Rohrleitung zugeführt wird, um verarbeitet oder rezykliert zu werden.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß etwa die dreifache bis fünfzehnfache Menge, am besten die sechsfache bis zehnfache Menge, Schmelze pro Zeiteinheit von jeder Pumpenkammer der Spritzkammer zugeführt wird, als von denselben Pumpenkammern zu der Spritzkammer, wenn der Druck im Pumpenkammeraum oberhalb des geschmolzenen Metalls zunimmt oder abnimmt.



EP 0 622 597 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Schmelzen von Metall. Auf die Oberbegriffe der Ansprüche 1 und 8 wird verwiesen.

SE-PS 437 339 zeigt und beschreibt das Schmelzen von Metall in einem Schmelzofen. Hierbei wird das Metall umgewälzt und chargenweise zugegeben mittels pneumatischer Pumpen. Um die Schmelzqualität zu verbessern ist es bekannt, das Metall zu entgasen, beispielsweise mittels gasförmigen Stickstoffs, am besten in Kombination mit einer Filtration.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Verfahren und die Vorrichtung gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 2 dahingehend zu verbessern, daß die Schmelzqualität noch besser wird als seither.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 bzw. 8 gelöst. Die Erfindung beruht in der Hauptsache auf dem Gedanken, die Turbulenz in den Kammern zu verringern.

Ein wesentlicher Gedanke des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, daß diejenige Menge des geschmolzenen Materiales, die bei erhöhtem Druck in den Raum oberhalb des Schmelzofens in die Schmelzkammer gedrückt wird, wesentlich größer ist als diejenige Menge geschmolzenen Metalls, das gleichzeitig zur Schmelzkammer, die mit der Druckkammer verbunden ist, zurückgeführt wird. Außerdem werden Maßnahmen ergriffen, um zu verhindern, daß der Schmelzfluß vom Boden der Pumpenkammer zur Spritzkammer gelangt. Gleichzeitig werden Maßnahmen getroffen, um zu verhindern, daß der vom Boden der Pumpenkammer zur Spritzkammer überführte Schmelzfluß zum Kanal zurückgeführt wird und auf die Schmelze in der Schmelzkammer auftrifft, im Falle eines plötzlichen Druckabfalles in der Pumpenkammer. Durch diese Maßnahmen wird Turbulenz verhindert und die Qualität der Schmelze gesteigert. Der Kanal zwischen dem Boden der Pumpenkammer und der Spritzkammer ist am besten nach oben geneigt, so daß die Schmelze in der Nähe des oberen Endes der Spritzkammer abgegeben wird, geringfügig oberhalb des Niveaus der Schmelze.

Ein Druckanstieg oberhalb der Schmelze in der Pumpenkammer wird mittels eines Druckanstieges des inerten Gases, am besten Stickstoff, erreicht, und zwar durch Ausfüllen des Raumes oberhalb der Schmelze und durch Herstellen einer leitenden Verbindung zum obersten Raum oberhalb eines Pumpenzylinders im Pumpenzylinder, der an die Pumpenkammer angeschlossen ist. Druckanstieg und -abfall werden unter Kontrolle gehalten, um zu vermeiden, daß ein Vakuum entsteht.

Der Spiegel im Ofen und in der Auslaß-Rohrleitung wird am besten derart eingestellt, daß minimale Spiegelschwankungen möglich sind. Bei kontinuierlichem Verbrauch muß auch die Zufuhr kontinuierlich und auf den Verbrauch abgestimmt sein.

Die Vorrichtung umfaßt im wesentlichen einen herkömmlichen Schmelzofen, am besten mit zwei Schmelzkammern, zwei Pumpenkammern und zwei Spritzkammern. Gemäß der Erfindung ist die Querschnittsfläche des Kanales zwischen einer Pumpenkammer und der zugeordneten Spritzkammer wesentlich größer als die Querschnittsfläche des Kanales zwischen derselben Pumpenkammer und der vorausgehenden Schmelzkammer. Das Verhältnis zwischen diesen Querschnittsflächen liegt im Bereich von 15:1 bis 3:1, am besten zwischen 10:1 bis 5:1. Ein Verhältnis von 8:1 ist besonders günstig.

Die Pumpenzylinder, die das geschmolzene Metall im Schmelzofen umwälzen, sind vertikal angeordnete Pumpenzylinder, unterteilt von einer horizontalen, festen Unterteilung in einen oberen und einen unteren Pumpenraum. Eine Pumpenwelle ist beweglich durch die Unterteilung hindurchgeführt und mit einem Pumpenkolben am anderen Ende versehen. Die Unterteilung unterteilt den Zylinderraum in zwei gleiche Teile.

Der Raum oberhalb des oberen Pumpenkolbens kommuniziert über eine Rohrleitung mit dem Raum oberhalb des geschmolzenen Metalls in der Pumpenkammer, die an die Pumpe angeschlossen ist. Die miteinander kommunizierenden Räume sind mit inertem Gas gefüllt, am besten mit Stickstoff. Um eine kontrollierte Druckzunahme bzw. -abnahme in der Pumpenkammer oberhalb der Schmelze zu erreichen, ist der kommunizierende Raum oberhalb des oberen Pumpenkolbens mit einem Manometer und einem Ventil versehen, das zu einer Gasquelle führt, am besten zu einer Stickstoffquelle.

Der Raum zwischen der horizontalen Wand des Pumpenzylinders und dem oberen Pumpenkolben sowie auch der Raum zwischen der horizontalen Wand und dem oberen Pumpenkolben sind an eine entsprechende Druckluftquelle einstellbar angeschlossen, während der Raum unterhalb des unteren Pumpenkolbens mit der Atmosphäre kommuniziert. Ein auf diese Weise ausgestatteter Pumpenzylinder ermöglicht es, den Druck im Raum oberhalb der Schmelze in der Pumpenkammer zu steigern oder abzusenken; die Schmelze wird auf diese Weise sanft in die Spritzkammer überführt, und die im Kanal verbleibende Schmelze kann sanft dem Kanal wieder zugeführt werden. Ohne kontrollierte Druckbedingungen kann in der Pumpenkammer unter der Einwirkung der Reversierbewegung des Pumpenkolbens Unterdruck entstehen, was zu einer plötzlichen Rückströmung und zu

Stößen auf die Schmelze in der Pumpenkammer führt. Die dann auftretende Turbulenz würde die Schmelzqualität erheblich beeinträchtigen.

Die Erfindung ist anhand der Zeichnung näher erläutert. Darin ist im einzelnen folgendes dargestellt:

Figur 1 ist eine schematische Ansicht eines Schmelzofens, von oben gesehen bei abgenommenem Deckel, mit den zugehörigen Pumpenzylindern.

Figur 2 ist ein Querschnitt eines vertikalen Pumpenzylinders, der an die Pumpenkammer im Schmelzofen angeschlossen ist.

Der Schmelzofen ist in mehrere getrennte Kammern durch Unterteilungen abgeteilt, die mit Öffnungen versehen sind, durch welche die Kammern miteinander kommunizieren. Die Wärme zum Schmelzen des Metalles wird vom elektrisch beheizten Deckel des Schmelzofens zugeführt; dieser ist in den Figuren nicht gezeigt. Blöcke und/oder Schrott werden nach dem Vor-Aufheizen einer Einlaßkammer 1 zugeführt. Von dort aus gelangt flüssiges Metall durch eine Öffnung im Bereich des Bodens einer ersten Schmelzkammer 3. Die Öffnung ist nicht dargestellt, wohl aber der Materialfluß durch die Öffnung mittels eines Pfeiles 2. Das Metall fließt sodann aus der Schmelzkammer 3 durch eine Öffnung im Bereich des Bodens zur nachfolgenden Schmelzkammer 5 - siehe Pfeil 4. Zwischen den Schmelzkammern 3 und 5 kann die Schmelze entgast und/oder gefiltert werden, um die Schmelzqualität zu verbessern. In diesem Falle strömt die Schmelze aus der ersten Schmelzkammer 3 durch eine Öffnung - siehe Pfeil 6 - zu den Entgasungs- und Filterkammern 7 und 8, und von dort durch eine Öffnung - siehe Pfeil 9 - zur zweiten Schmelzkammer 5. Die Entgasungs- und Filterkammern 7 und 8 haben eine größere Tiefe als die Schmelzkammern, um einen Rückfluß unmöglich zu machen.

Schmelzkammer 5 kommuniziert mit zwei Pumpenkammern 10 und 11 über zwei Kanäle - siehe Pfeile 12 und 13. Die Mündung der Kanäle in die Schmelzkammer 5 befindet sich in der Nähe des Bodens der Schmelzkammer, und ihre Mündungen zu den Pumpenkammern 10 und 11 befinden sich in der Nähe des Bodens ihrer entsprechenden Pumpenkammer. Aus der Pumpenkammer 11 wird geschmolzenes Metall durch einen Kanal von größerem Querschnitt in die Spritzkammer 15 gedrückt - siehe Pfeil 14. Die Mündung des Kanales in der Pumpenkammer 11 befindet sich in der Nähe des Bodens der Pumpenkammer, und seine Mündung in der Spritzkammer 15 befindet sich in der Nähe des oberen Bereiches der Spritzkammer. Das Verhältnis zwischen den Querschnittsflächen der Kanäle 13 und 14 liegt am besten bei 8:1. Es kann jedoch auch im Bereich

von 10:1 bis 5:1 liegen, sogar zwischen 15:1 bis 3:1. Das Volumen der Schmelze ändert sich aufgrund der Reibung an den Rohrwandungen in der Zeiteinheit nicht im selben Verhältnis wie die Querschnittsflächen. Die Reibung der Strömung steigt umgekehrt proportional zur Querschnittsfläche. Ein noch größeres Verhältnis führt zu Oxidation, und ein noch niedrigeres Verhältnis führt zu einer schlechten Arbeitsweise oder gar zu einem Versagen des Systems. Geschmolzenes Metall strömt aus der Spritzkammer 15 durch eine Öffnung im Bereich des Bodens - siehe Pfeil 16 - zur Einlaßkammer 1, wo es auf dem Schmelzofen zugeführte Kokillen, Blöcke oder Schrott trifft.

Eine kontrollierte Menge geschmolzenes Metall wird in der Zwischenzeit durch einen Kanal 17 einer Spritzkammer 18 zugeführt, von wo aus es zur Entnahme an eine elektrisch geheizte Rohrleitung 19 abgegeben wird. Das Umwälzen und Heraus-pumpen geschmolzenen Metalls wird durch Zufuhr eines inerten Gases bewirkt, beispielsweise Stickstoff, und zwar unter Kontrolle zur entsprechenden Pumpenkammer 10, 11 durch einen Einlaßkanal 20 und 21 im Pumpenkammerdeckel von einem externen, vertikal angeordneten Pumpenzylinder 40 und 41. Die beiden Pumpenzylinder sind miteinander identisch und kontrollieren ihre entsprechenden Pumpenkammern auf gleiche Weise. Wie man aus Figur 2 erkennt, weist der Pumpenzylinder eine horizontale Trennwand 22 auf, die den Zylinder in zwei vorzugsweise gleiche Räume 23 und 24 unterteilt. Auf beiden Seiten der Trennwand 22 ist ein Kolben 25 bzw. 26 vorgesehen. Die Kolben sind mit einer Kolbenstange 27 fest verbunden, die durch die Trennwand 22 hindurchgeführt ist. Man erkennt den Raum 28 zwischen der Trennwand 22 und dem oberen Pumpenkolben 25 sowie den Raum 29 zwischen der Trennwand 22 und dem unteren Pumpenkolben 26. Ein inertes Gas, am besten Stickstoff, füllt den oberen Zylinderraum 23 sowie den Raum oberhalb des geschmolzenen Metalls in der Pumpenkammer 10 und 11 aus, die über die Leitungen 20 und 21 mit dem Raum 23 kommunizieren. Der Pumpenzylinderraum 23 weist ein Ventil 30 auf, das an eine Stickstoffquelle und an ein Manometer 31 angeschlossen ist. Das Pumpen und somit Umwälzen geschmolzenen Metalls wird dadurch bewirkt, daß komprimierte Luft in den Zylinderraum 28 durch ein pneumatisches Ventil einströmt - siehe den Doppelpfeil 32. In dieser Situation werden die Zylinderkolben 25 und 26 nach oben gedrückt, und es wird Überdruck oberhalb des Metallspiegels in der Pumpenkammer 10, 11 erzeugt. Eine spezifisch größere Menge geschmolzenen Metalls wird sodann durch die Öffnungen 14 und 17 in die Spritzkammern 15 und 18 eingedrückt, während eine spezifisch kleinere Menge zur Schmelzkammer 5 durch die Öffnungen 12

und 13 zurückgedrückt wird. Nach einer gewissen Zeitspanne läßt man den Luftdruck in Raum 28 abfallen, während der Druck in Raum 29 angehoben wird, so daß sich die Zylinderkolben 25 und 26 nach unten bewegen. Der Stickstoff im obersten Bereich des Raumes 23 der Pumpe expandiert; Manometer 34 wird derart eingestellt, daß Ventil 30 dahingehend gesteuert wird, daß dann mehr Stickstoff hindurchtritt, wenn der Druck in Raum 23 unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes abfällt. Der untere Zylinderraum 24 enthält Luft und kommuniziert mit der Atmosphäre durch eine Rohrleitung 31. Auf diese Weise wird der Druck oberhalb des Spiegels der Schmelze in Pumpenkammer 10, 11 oberhalb des spezifischen Grenzwertes gehalten, und es tritt kein Unterdruck auf. Diese Anordnung führt zu einem sanften und kontrollierten Drücken geschmolzenen Metalls in die Spritzkammer, wodurch ein plötzlicher Rückstrom unterbunden wird, der auf geschmolzenes Material treffen würde.

Das Pumpen durch die Pumpenkammern 10 und 11 erzeugt eine Umwälzung durch die Schmelzkammern, so daß Blöcke, Kokillen und Schrott auf das geschmolzene Metall in der Einlaßkammer 1 treffen, was zu einem raschen und effizienten Schmelzen führt; geschmolzenes Metall wird aus der Spritzkammer 18 durch Kanal 19 hindurchgepumpt, um weiterverwendet zu werden.

Die Deckel des Schmelzofens, besonders der Pumpenkammerdeckel, müssen einwandfrei abgedichtet sein. Das Niveau des Schmelzofens und das Niveau der Rohrleitung werden am besten derart justiert, daß eine minimale Spiegelschwankung eintritt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schmelzen von Metall und zum Verarbeiten geschmolzenen Metalls, besonders von Nichteisenmetall, wobei das feste Metall einer Kammer (1) zugeführt und von einer Kammer zu einer anderen (3, 5, 10, 11, 15, 18) durch Kanäle zugeführt wird, die die Kammern miteinander verbinden, bei gleichzeitigem Schmelzen oder Verarbeiten mittels thermischer Strahlung von den Kammerdeckeln, wobei eine oder mehrere Pumpen (40, 41) auf den Raum oberhalb des geschmolzenen Metalls in einer oder mehreren Pumpenkammern (10, 11) einwirkt, die an die Pumpe angeschlossen sind, deren jede im Bodenbereich über Kanäle mit einer Schmelzkammer (5) in leitender Verbindung steht, die geschmolzenes Metall zur Pumpenkammer führen, und mit einer Spritzkammer (18, 15), von wo aus geschmolzenes Metall einer Rohrleitung (19) zugeführt wird, um verarbeitet oder rezykliert zu

werden, dadurch gekennzeichnet, daß etwa die dreifache bis fünfzehnfache Menge, am besten die sechsfache bis zehnfache Menge, Schmelze pro Zeiteinheit von jeder Pumpenkammer (10, 11) der Spritzkammer (18, 15) zugeführt wird, als von denselben Pumpenkammern zu der Spritzkammer (5), wenn der Druck im Pumpenkammerraum oberhalb des geschmolzenen Metalls zunimmt oder abnimmt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Raum oberhalb des geschmolzenen Metalls in der Pumpenkammer (10, 11) und der angeschlossene Raum (23) in der Pumpe (40) mit einem inerten Gas, am besten Stickstoff, angefüllt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckabfall im Pumpenkammerraum (10, 11) oberhalb des geschmolzenen Metalls gesteuert wird, so daß kein Vakuum entsteht.

4. Verfahren nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die verschiedenen Räume (23, 27, 29, 24) des Pumpenzylinders zwecks Drucksteuerung evakuiert werden können.

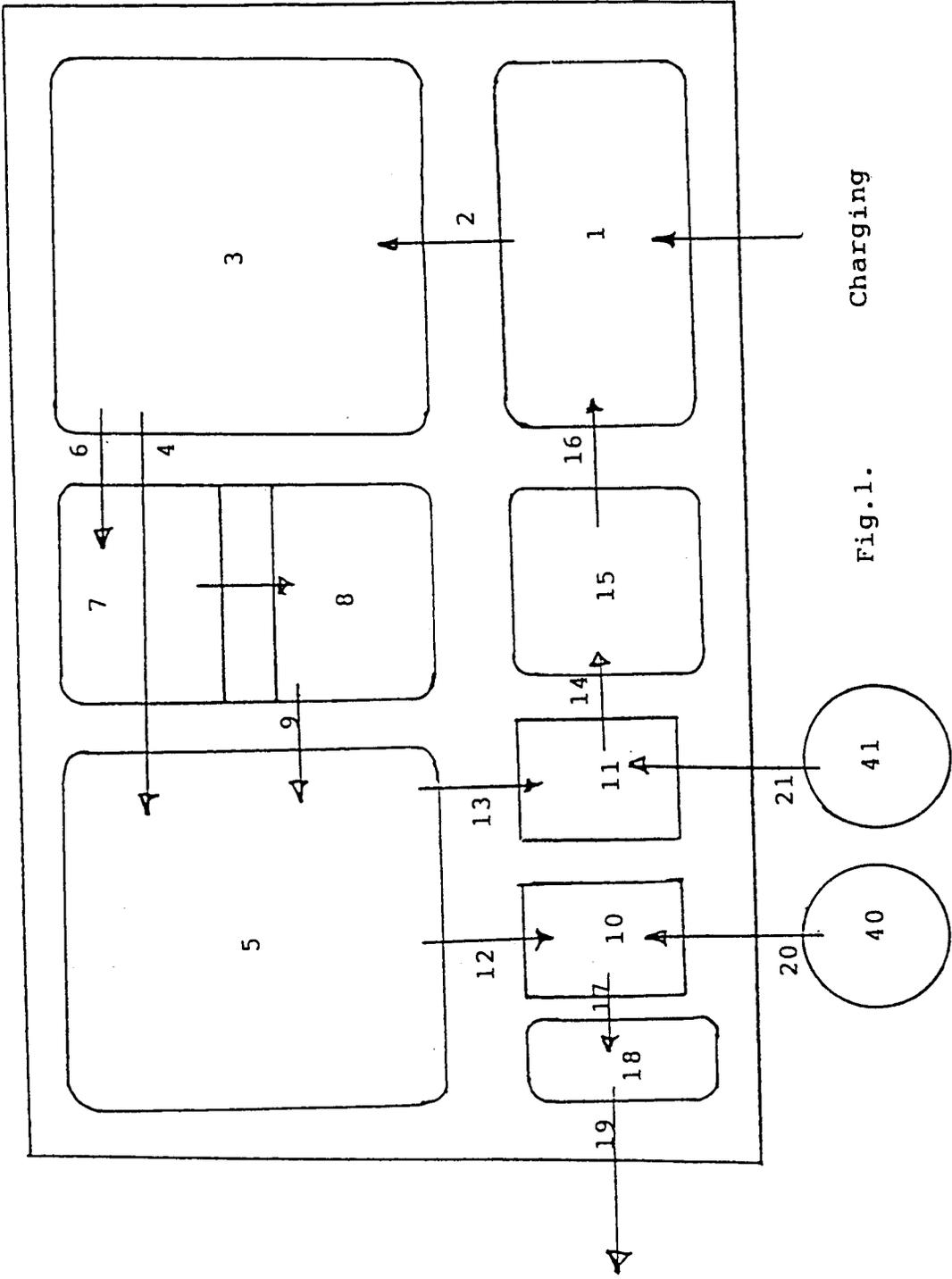
5. Verfahren nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Spiegel der Schmelze eingeschlossen des Spiegels der Auslaß-Rohrleitung (19) annähernd konstant gehalten wird.

6. Verfahren nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Zuführen kontinuierlich geschieht.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß der Überführungsweg geschmolzenen Metalls aus der Pumpenkammer (10, 11) zur Spritzkammer (18, 15) von dem Bereich des Bodens der Pumpenkammer zum Bereich des Deckels der Spritzkammer (oberhalb des Schmelzenspiegels) nach oben ansteigt.

8. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorausgegangenen Ansprüche, mit einem Schmelzofen oder einem Ofen mit einer oder mehreren Kammern (3, 5, 10, 11, 18, 15), eingeschlossen eine Zuführkammer (1) (batching chamber), mit wärmeabstrahlenden Kammerdeckeln, mit einer oder mehreren pneumatischen Pumpen (40, 41), die an den Schmelzofen angeschlossen sind, um geschmolzenes Metall von einer Kammer zur an-

- deren zu überführen, mit einer Abgabelleitung (19) und mit Kanälen, die die Kammern miteinander verbinden, und durch welche geschmolzenes Metall zwischen aufeinanderfolgenden Kammern überführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis zwischen den Querschnittsflächen der Kanäle (12, 7; 13, 14) zwischen einer Pumpenkammer (10, 11) und der vorausgehenden Schmelzkammer (5) sowie zwischen derselben Pumpenkammer (10; 11) und der nachfolgenden Spritzkammer (18; 15) zwischen 3:1 bis 15:1 liegt, vorzugsweise zwischen 5:1 bis 10:1.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelne pneumatische Pumpe (40, 41) einen vertikal angeordneten Pumpenzylinder aufweist, der durch eine horizontale, feste Trennwand (22) in einen oberen und einen unteren Zylinderraum (23, 24) unterteilt ist, ferner einen Pumpenschaft (27), der frei durch die Trennwand hindurchgeführt ist und an seinen beiden Enden einen Pumpenkolben (25, 26) trägt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die feste Trennwand (22) das Pumpenzylindervolumen in zwei gleiche Teile unterteilt.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (17, 14) zwischen einer jeden Pumpenkammer (10, 11) und der angeschlossenen Spritzkammer (18, 15) nach oben ansteigend vom Bodenbereich der Pumpenkammer zum Spritzkammerdeckelbereich (oberhalb des Schmelzenspiegels) erstrecken.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Raum (23) oberhalb des oberen Pumpenkolbens (25) in jedem Pumpenzylinder (40, 41) über eine Leitung (20, 21) an den Raum oberhalb des geschmolzenen Metalls in der an die Pumpe angeschlossenen Pumpenkammer (10, 11) leitend verbunden ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Raum (23) oberhalb des Pumpenkolbens (25) in jedem Pumpenzylinder (40, 41) sowie der Raum oberhalb des geschmolzenen Metalls in der mit dem Pumpenzylinder verbundenen Pumpenkammer (10, 11) mit einem inerten Gas, vorzugsweise mit Stickstoff, angefüllt ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Raum (23) oberhalb des oberen Pumpenkolbens mit einem Manometer (34) und mit einem Ventil (30) versehen ist, an das eine Gasquelle zum Steuern des Gasdruckes angeschlossen ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Raum (28) zwischen der Trennwand (22) und dem oberen Pumpenkolben, sowie der Raum (29) zwischen der Trennwand (22) und dem unteren Pumpenkolben jeweils über einen Regler (32, 33) an eine Druckluftquelle angeschlossen sind, und daß der Raum (24) unterhalb des unteren Pumpenkolbens über eine Rohrleitung (31) mit der Umgebung kommuniziert.



Charging

Fig.1.

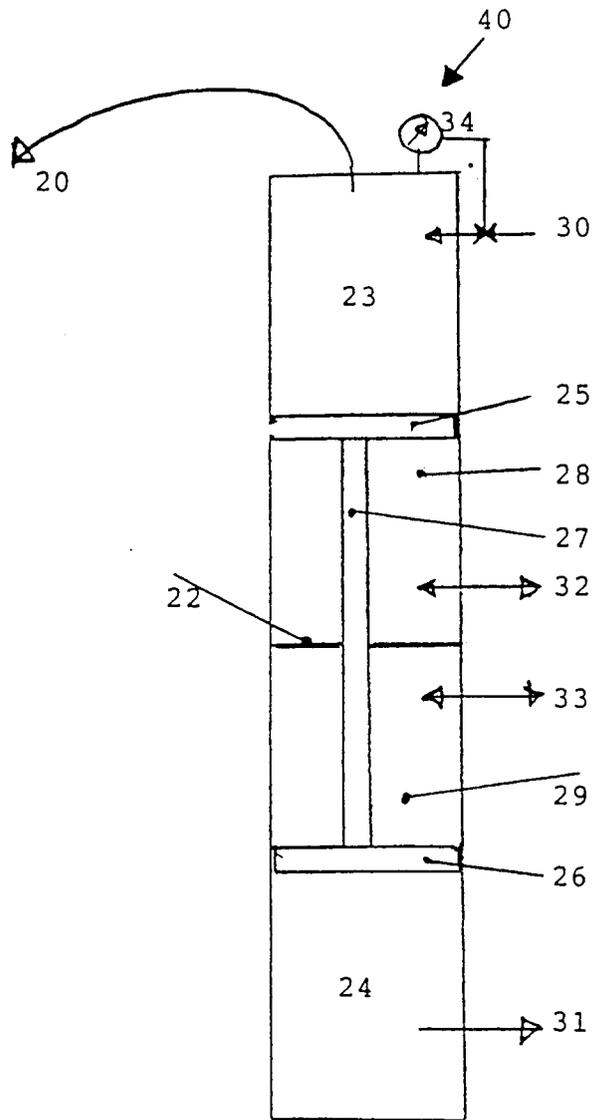


Fig. 2.