(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 213 070 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.06.2002 Patentblatt 2002/24

(51) Int Cl.[7]: **B22D 18/04**, B22D 18/08

(21) Anmeldenummer: **01126259.9**

(22) Anmeldetag: **06.11.2001**

(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

(30) Priorität: **08.12.2000 DE 10061026**

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**
80809 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Wolf, Johann**
  85521 Ottobrunn (DE)
- **Bachhuber, Franz-Josef**
  85638 Moosburg (DE)

(54) Metallgiessverfahren und -vorrichtung

(57) Bei einem Metallgießverfahren und einer Metallgießanlage, bei dem bzw. der die Metallschmelze aus einem über ein Füllrohr (10) periodisch nachfüllbaren Schmelzeofen (2) unter Zwischenschaltung eines in das Schmelzbad (4) eintauchenden Steigrohrs (6) in die Gießform (8) eingebracht wird, wird erfindungsgemäß die Bildung von nachfüllbedingten Verunreinigungen im Schmelzeofen dadurch wesentlich verringert, dass das Füllstandsniveau im Füllrohr mit Hilfe eines Füllstandsensors (24) gemessen und in der Nachfüllphase auf oder über das Höhenniveau (B) des gießformseitigen Steigrohr-Auslassbereichs angehoben wird.

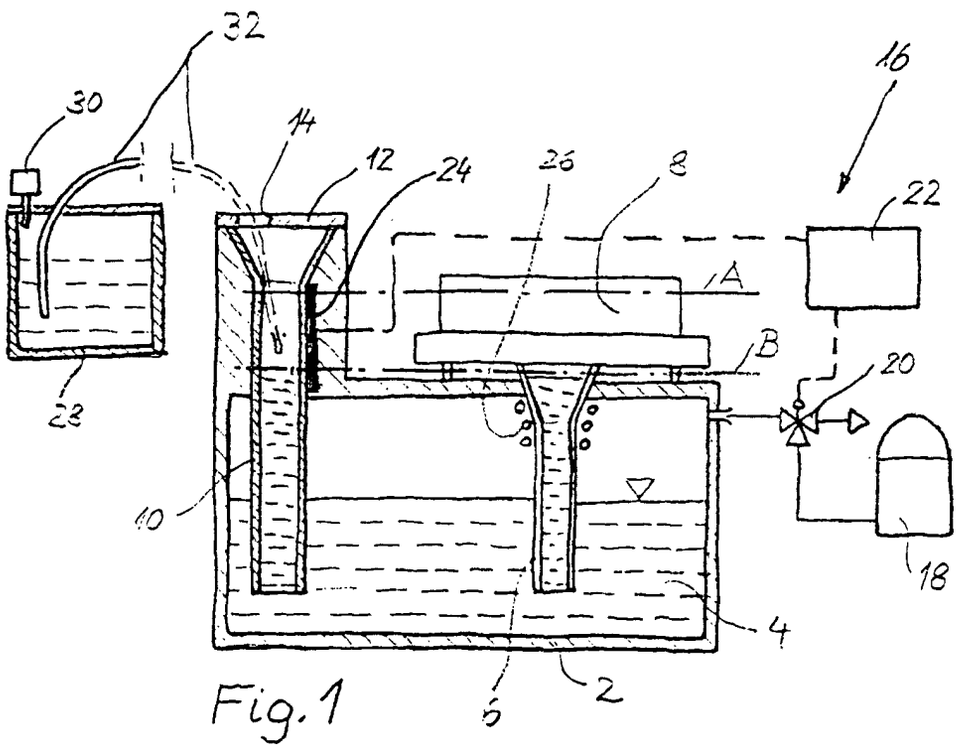


Fig. 1

EP 1 213 070 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Metallgießverfahren und eine Metallgießvorrichtung, insbesondere nach dem Niederdruck-Gießprinzip zur Serienfertigung von Aluminium-Gussteilen, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. 6.

[0002] Bei einer bekannten Gießvorrichtung dieser Art (EP 0 970 767 A1), bei der das Steigrohr selektiv an die Gießform angekoppelt und diese anschließend in der Weise befüllt wird, dass die Metallschmelze aus dem Schmelzeofen unter Niederdruckwirkung in das Steigrohr und von dort in die Gießform gedrückt wird, wird der Metallspiegel im Steigrohr vor jedem Formfüllvorgang mit Hilfe einer Druckgassteuerung einschließlich eines in einem mit dem Steigrohr kommunizierenden Messrohr angeordneten Füllstandsensors auf eine vorgegebene Füllstandshöhe im Bereich des oberen, gießformseitigen Auslassendes des Steigrohrs angehoben, um so das Startniveau des Metallspiegels im Steigrohr für sämtliche Formfüllvorgänge unabhängig vom Füllungsgrad des Schmelzeofens auf gleicher Höhe zu halten. Dabei muss der Schmelzeofen vor jedem Formfüllvorgang, aber auch zum Nachfüllen des Schmelzbads drucklos geschaltet und der eigentliche Gießprozess in dieser Zeit unterbrochen werden, was erhöhte Stillstandzeiten und eine entsprechende Verringerung der durchschnittlichen Produktionsrate zur Folge hat. Problematisch ist jedoch vor allem, dass es, bedingt durch den Nachfüllvorgang, zu einer verstärkten Gasaufnahme und Oxidhautbildung der Schmelze sowie zu höchst unerwünschten Korundablagerungen im Ofen und dadurch zu einer Qualitätseinbuße an den Gussteilen kommt, die im Hinblick auf die strikten Qualitätsanforderungen, wie sie etwa in der Automobilindustrie an Aluminium-Gussteile gestellt werden, nicht hingenommen werden kann.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, das Verfahren und die Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszubilden, dass die erwähnten, nachfüllbedingten Verunreinigungen des Schmelzbads merklich verringert werden.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das im Patentanspruch 1 gekennzeichnete Verfahren bzw. die im Patentanspruch 6 gekennzeichnete Gießvorrichtung gelöst.

[0005] Erfindungsgemäß wird der Metallspiegel im Füllrohr für die Dauer des Nachfüllvorgangs unabhängig vom Füllungsgrad des Ofens auf oder über dem Höhenniveau des Steigrohr-Endbereichs, also deutlich über dem Metallspiegel im Schmelzeofen, gehalten und somit die freie Fallhöhe der Schmelze beim Nachfüllen wesentlich reduziert, mit dem Ergebnis, dass die Oxidhautbildung und Gasaufnahme der Metallschmelze aufgrund des weitgehend verwirbelungsfreien Schmelzeeintrags ebenso wie eine durch aufspritzende Metallpartikel verursachte Korundbildung wirksam unterdrückt werden und dadurch sichergestellt wird, dass das Schmelzbad im Ofen und demzufolge auch die Metallfüllung der Gießform von störenden Verunreinigungen, wie Gas-, Oxidhaut- oder Korundeinschlüssen, freigehalten und die Gussqualität signifikant verbessert wird.

[0006] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Metallspiegel im Füllrohr nach Anspruch 2 im Hinblick auf eine einfache Niveauregelung während der Nachfüllphase durch eine füllstandssignalabhängige Gasdrucksteuerung des Füllrohr-Ofensystems auf die angegebene Füllstandshöhe gebracht.

[0007] Wird, wie nach Anspruch 3 bevorzugt, die Metallschmelze beim Formfüllvorgang unter Niederdruckwirkung aus dem Schmelzeofen in eine mit dem Steigrohr selektiv koppelbare Gießform gedrückt, so wird das Füllrohr in besonders bevorzugter Weise ständig unter Umgebungsdruck gehalten und der Gasdruck im Schmelzeofen zwischen den Formfüllphasen kontinuierlich auf einen den Metallspiegel im Füllrohr auf dem Höhenniveau des gießformseitigen Steigrohr-Auslassbereichs haltenden Überdruckwert eingeregelt. Dies bewirkt, dass der Metallspiegel im Füllrohr beim Befüllen der Gießform im gleichen Maß wie in dieser ansteigt, zwischen den Formfüllphasen aber weder im Füll- noch im Steigrohr unter das Höhenniveau des Steigrohr-Auslassbereichs absinkt, so dass der Schmelzeofen jederzeit ohne Unterbrechung der Gießtaktfolge nachgefüllt werden kann, ohne dass das Füllstandsniveau im Steigrohr bei oder nach einem Gießformwechsel auf das Badspiegelniveau des Ofens abfällt und dann durch Erhöhung des Gasdrucks im Ofen erneut angehoben werden muss, wodurch eine äußerst rationelle Druckgassteuerung erzielt wird und die durchschnittlichen Gusstaktzeiten wesentlich verkürzt werden. In diesem Fall wird die Füllstandsmessung im Füllrohr nach Anspruch 4 vorzugsweise auch zur Überwachung und Steuerung des Schmelzeanstiegs in der Gießform bis zum Erreichen der oberen Formfüllgrenze eingesetzt und somit die sonst zu diesem Zweck erforderliche, gesonderte Füllstandsmessung unmittelbar an der Gießform entbehrlich gemacht.

[0008] Nach einer weiteren, ebenfalls besonders zweckmäßigen Verfahrensvariante gemäß Anspruch 5, wonach die Metallschmelze wiederum unter Niederdruckwirkung in eine mit dem Steigrohr selektiv koppelbare Gießform gedrückt wird, wird der Gasdruck oberhalb des Metallspiegels im Füllrohr mit Hilfe eines füllstandssignalabhängig betätigten, einerseits mit dem Umgebungsdruck und andererseits mit dem Ofendruck beaufschlagten 3-Wege-Ventils derart gesteuert, dass das Einfüllniveau im Füllrohr nur für die Dauer der Nachfüllphase auf die Höhe des Steigrohr-Auslassbereichs gebracht, ansonsten aber auf das Metallbadniveau des Ofens abgesenkt wird. Auch hier ist es jederzeit ohne Unterbrechung des Arbeitsprozesses möglich, das Schmelzbad im Ofen auf dem Wege über die dann im Füllrohr angehobene Flüssigmetallsäule nachzufüllen, während der Metallspiegel im Steigrohr unabhängig von dem Nachfüllvorgang beim Befüllen der Gießform bis

zur oberen Formfüllgrenze angehoben und bei oder nach einem Gießformwechsel auf der Höhe des Steigrohr-Auslasses gehalten wird. Zusätzlich ergibt sich bei dieser Variante der thermische Vorteil, dass durch das Absenken der Metallschmelze im Füllrohr zwischen den Nachfüllphasen auf einfache Weise verhindert wird, dass sich das Flüssigmetall im Füllrohr zu stark abkühlt und dann an der Füllrohr-Innenwand niederschlägt.

[0009] Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden, beispielsweisen Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen. Diese zeigen in stark schematisierter Darstellung:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Gießanlage im Schnitt; und

Fig.2 eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

[0010] Die in Fig. 1 gezeigte Gießanlage dient zur Herstellung von Aluminium-Gussteilen nach dem Niederdruckverfahren und enthält einen Schmelzeofen 2 mit einem in das Schmelzbad 4 eintauchenden, über die Ofenoberseite hinausragenden Steigrohr 6 zum Befüllen einer selektiv mit dem oberen, trichterförmig erweiterten Steigrohrende koppelbaren Gießform 8 sowie mit einem ebenfalls in das Metallbad 4 eintauchenden Füllrohr 10, welches am oberen, über die Füllobergrenze A der Gießform 8 hinausragenden Ende durch einen Deckel 12 mit einer Nachfüll- und Entlüftungsöffnung 14 verschlossen ist.

[0011] Der Gasdruck im Ofeninneren wird mit Hilfe einer insgesamt mit 16 bezeichneten Gasdruckregelung einreguliert, welche aus einem Druckgasbehälter 18, einem zwischen diesem und einer Entlüftungs- und einer Schließlage umsteuerbaren Mehrwegeventil 20, einer Steuereinheit 22 zur Ventilbetätigung sowie einem das Höhenniveau der Flüssigmetallsäule im Füllrohr 10 messenden, ausgangsseitig an die Steuereinheit 22 angeschlossenen Füllstandsensor 24 besteht, wobei das Füllstandsniveau im Steigrohr 6 und in der Gießform 8 nach dem Prinzip kommunizierender Röhren auf gleicher Höhe wie im Füllrohr 10 liegt und daher vom Sensorsignal miterfasst wird.

[0012] Die in Fig. 1 gezeigte Gießanlage arbeitet wie folgt: Außerhalb der eigentlichen Formfüllphasen, also etwa bei einem Wechsel der Gießform 8, wird der Gasdruck im Schmelzeofen 2 sensorsignalgesteuert so hoch eingestellt, dass der Metallspiegel im Füllrohr 10 und somit auch im Steigrohr 6 auf dem Höhenniveau B des gießformseitigen Steigrohr-Auslassbereichs gehalten wird. Dieser Zustand ist in Fig. 1 dargestellt.

[0013] Zum Befüllen der Gießform 8 wird der Gasdruck im Ofen 2 erhöht, so dass die Gießform 8 zunehmend befüllt wird, wobei die Anstiegsgeschwindigkeit der Schmelze von der Steuereinheit 22 mit Hilfe des Füllstandssignals des Sensors 24 überwacht wird, bis der Sensor 24 anzeigt, dass die obere Formfüllgrenze A erreicht ist, woraufhin der Ofendruck nach Ablauf einer vorgegebenen Abkühlzeit der Gießform 8 erneut auf den dem Füllstandsniveau B entsprechenden Druckwert abgesenkt wird und das Gussteil entformt werden kann.

[0014] Um eine zu starke Abkühlung der über das Schmelzbad 4 angehobenen Flüssigmetallsäule zu verhindern, kann das Steigrohr 6 und eventuell auch das Füllrohr 10 mit einer individuell regelbaren Zusatzheizung 26 versehen sein.

[0015] Mit der beschriebenen Gießanlage ist ein Nachfüllen von Schmelze z.B. aus einer neben den Ofen 2 verfahrbaren Transportpfanne 28, aus der die Schmelze mit Hilfe einer Gaspatrone 30 über ein in die Nachfüllöffnung 14 einführbares Verbindungsrohr 32 in das Füllrohr 10 befördert wird, jederzeit ohne Unterbrechung des gießformseitigen Arbeitsablaufs möglich, wobei die freie Fallhöhe der Schmelze wegen des angehobenen Einfüllniveaus im Füllrohr 10 sehr gering gehalten wird. Dabei sorgt die Druckgasregelung 16 in der Nachfüllphase für eine füllstandssignalabhängige Nachregelung des Ofendrucks, derart, dass sich lediglich der Füllungsgrad des Schmelzeofens 2 erhöht, die programmgeführte Höhenniveauregelung im Füllrohr 10 sowie im Steigrohr 6 bzw. der Gießform 8 jedoch unverändert beibehalten wird.

[0016] Die Gießanlage nach Fig. 2, wo die dem ersten Ausführungsbeispiel entsprechenden Komponenten durch ein um 100 erhöhtes Bezugszeichen gekennzeichnet sind, besitzt als Hauptunterschied eine modifizierte Gasdruckregelung 116, durch die die Flüssigmetallsäulen im Füllrohr 110 einerseits und im Steigrohr 106 bzw. der Gießform 108 andererseits getrennt voneinander eingeregelt werden. Zu diesem Zweck ist der Gasraum am oberen Füllrohrende durch den Deckel 112 druckdicht verschlossen und mit dem Ofeninnenraum über ein von der Steuereinheit 122 betätigtes Steuerventil 34 verbunden, durch welches der Gasdruck im Füllrohr 110 stufenlos zwischen dem vollen Ofen-Innendruck und dem Umgebungsdruck einstellbar ist. Ferner enthält die Gasdruckregelung 116 eine zusätzliche Füllstandsensorik 36, die den Flüssigmetallstand unmittelbar am Steigrohr 106 und an der Gießform 108 misst.

[0017] Auf Seiten des Steigrohrs 106 und der Gießform 108 wird der Gießprozess nach Maßgabe des Füllstandssignals der Sensorik 36, im Übrigen aber analog zum ersten Ausführungsbeispiel gesteuert, d.h. die Flüssigmetallsäule im Steigrohr 106 ist ständig zumindest bis zum Höhenniveau B des Steigrohr-Auslassbereichs angehoben und wird in der Formfüllphase programmgeführt in die Gießform 108 gedrückt, bis die Sensorik 36 das Erreichen der oberen Formfüllgrenze anzeigt; auf Seiten des Füllrohrs 110 hingegen wird der Gasdruck außerhalb der Nachfüllphasen über das Steuerventil 34 auf das Druckniveau im Ofeninneren eingestellt, so dass der Metallspiegel im Füllrohr 110 auf das

Füllstandsniveau des Schmelzbads 104 abgesenkt ist (Fig. 2), während das Füllrohr 110 für den Nachfüllvorgang mit Hilfe des Steuerventils 34 soweit druckentlastet wird, dass die Flüssigmetallsäule im Füllrohr 110 auf das Steigrohr-Auslassniveau B ansteigt. Anschließend wird das Verbindungsstück 38 mit dem entsprechenden Verbindungsstück 40 der Transportpfanne 128 verkoppelt, das Ventil 42 geöffnet und die gewünschte Schmelzemenge nachgefüllt, wobei das Einfüllniveau durch Nachregelung des Füllrohrdrucks konstant auf dem Steigrohr-Auslassniveau B gehalten und die durch die Nachfüllmenge verursachte Füllstandsänderung im Ofen 102 von der Gasdruckregelung 116 insoweit ausgeglichen wird, dass der gießformseitige Arbeitstakt hiervon nicht beeinflusst wird. Nach Beendigung des Nachfüllvorgangs wird das Ventil 42 geschlossen und der Gasraum im Füllrohr 110 erneut mit dem vollen Ofendruck beaufschlagt. Ansonsten ist die Bau- und Betriebsweise der Gießanlage nach Fig. 2 die gleiche wie die des ersten Ausführungsbeispiels.

[0018] Anstatt mit Luft kann das Füllrohr-Ofensystem im Rahmen der Erfindung auch mit einem Inertgas betrieben werden.

Patentansprüche

1. Metallgießverfahren, insbesondere Niederdruck-Gießverfahren zur Serienfertigung von Aluminium-Gussteilen, bei dem die Metallschmelze aus einem über ein Füllrohr periodisch nachfüllbaren Schmelzeofen unter Zwischenschaltung eines in das Schmelzbad eintauchenden Steigrohrs in die Gießform eingebracht wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**
   das Füllstandsniveau im Füllrohr in der Nachfüllphase des Schmelzeofens kontinuierlich gemessen und der Metallspiegel im Füllrohr für die Dauer des Nachfüllvorgangs nach Maßgabe des Füllstandssignals auf einer zumindest dem Höhenniveau des gießformseitigen Steigrohr-Auslassbereichs entsprechenden Füllstandshöhe gehalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
   der Metallspiegel im Füllrohr durch eine füllstandssignalabhängige Gasdrucksteuerung des Füllrohr-Ofensystems während der Nachfüllphase auf der angegebenen Füllstandshöhe gehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die Metallschmelze beim Formfüllvorgang unter Niederdruckwirkung aus dem Schmelzeofen in eine mit dem Steigrohr selektiv koppelbare Gießform gedrückt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**
   das Füllrohr ständig unter Umgebungsdruck gehalten und der Gasdruck im Schmelzeofen zwischen den Formfüllphasen kontinuierlich auf einen den Metallspiegel im Füllrohr auf dem Höhenniveau des gießformseitigen Steigrohr-Auslassbereichs haltenden Überdruckwert eingeregelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**
   das Erreichen des oberen Formfüllniveaus mit Hilfe der im Füllrohr gemessenen Füllstandshöhe bestimmt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die Metallschmelze beim Formfüllvorgang unter Niederdruckwirkung aus dem Schmelzeofen in eine mit dem Steigrohr selektiv koppelbare Gießform gedrückt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**
   der Gasraum oberhalb des Metallspiegels im Füllrohr ventilgesteuert zwischen den Nachfüllphasen mit dem Gasdruck im Schmelzeofen beaufschlagt und für die Dauer des Nachfüllvorgangs nach Maßgabe des Füllstandssignals bis zum Anstieg des Füllrohr-Metallspiegels auf das Höhenniveau des gießformseitigen Steigrohr-Auslassbereichs druckentlastet wird.

6. Metallgießvorrichtung, insbesondere Niederdruck-Gießvorrichtung zur Serienfertigung von Aluminium-Gussteilen, mit

   - einem ein Metallbad (4; 104) enthaltenden Schmelzeofen (2; 102),
   - einem in das Metallbad im Schmelzeofen eintauchenden, die Metallschmelze an die Gießform (8; 108) überführenden Steigrohr (6; 106)
   - einem ebenfalls in das Metallbad eintauchenden Füllrohr (10; 110) zum periodischen Nachfüllen des Schmelzeofens,
   - einem den Schmelzestand im Füllrohr messenden Sensor (24; 124), und
   - einer sensorgesteuerten, den Metallspiegel im Füllrohr beim Nachfüllvorgang auf einer zumindest dem Höhenniveau (B) des gießformseitigen Steigrohr-Auslassbereichs entsprechenden Füllstandshöhe haltenden Gasdruckregelung (16; 116) für das Füllrohr-Ofensystem.

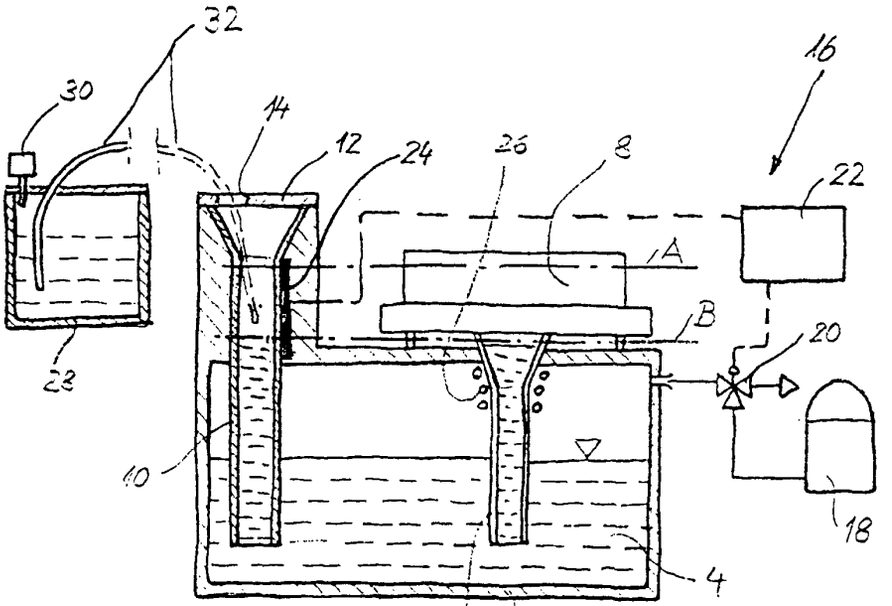

32
30
14
12
24
26
8
16
22
A
B
20
28
10
18
4
6
2

Fig. 1

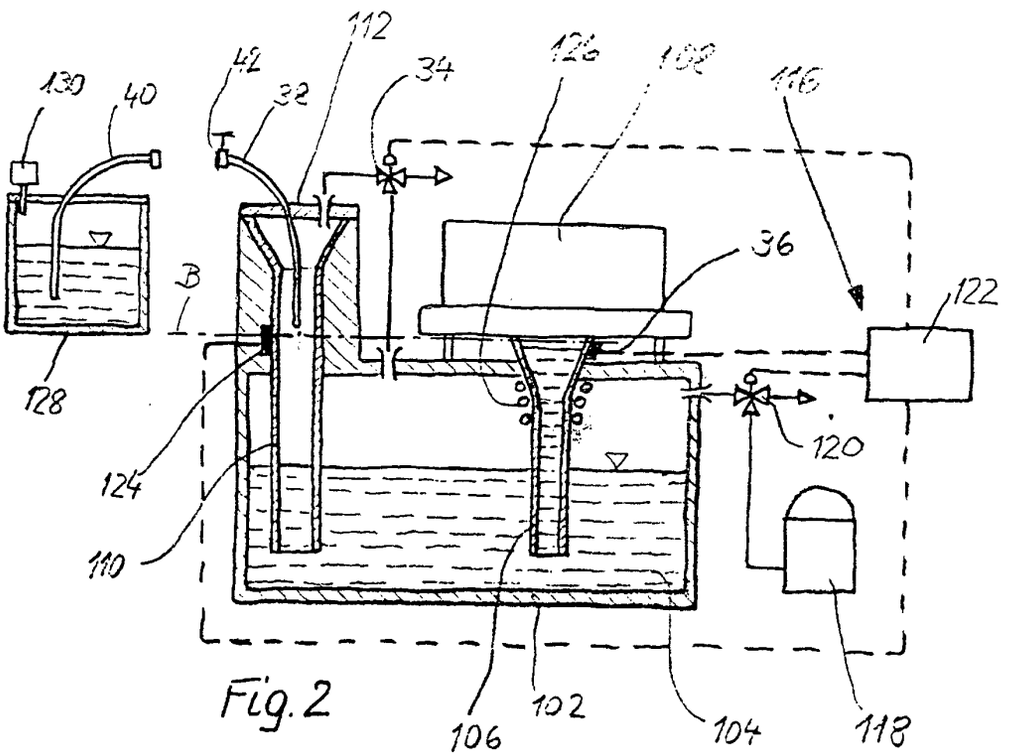

112
42
34
126
102
116
130
40
32
36
B
122
128
120
124
110
106
102
104
118

Fig. 2