



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤ Int. Cl.³: B 28 B 1/50
B 28 B 15/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



(12) PATENTSCHRIFT A5

634 772

②① Gesuchsnummer: 6257/78

⑦3 Inhaber:
Keller Holding AG, Pfungen

②② Anmeldungsdatum: 08.06.1978

72 Erfinder:
Hans Walt, Schlatt b. Diessenhofen
Dieter Sütterlin, Frick

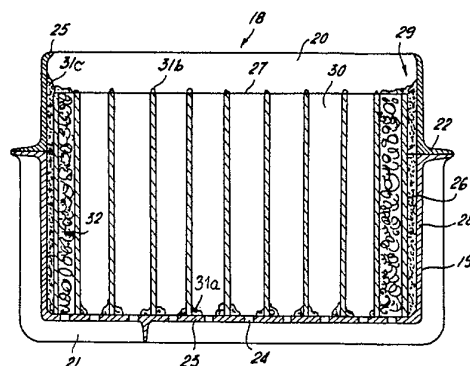
②④ Patent erteilt: 28.02.1983

④ Patentschrift
veröffentlicht: 28.02.1983

⑦4 Vertreter:
Schmauder & Wann, Patentanwaltsbüro, Zürich

§4 Verfahren zur Herstellung von mindestens teilweise aus geblähtem Tonmaterial gebildeten Formkörpern sowie Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

(57) Bei dem Herstellungsverfahren und der Anlage zur Durchführung des Verfahrens wird ein Rohling (27) mit zwischen seiner Unterseite und seiner Oberseite verlaufenden Hohlräumen (30) in einen mindestens Boden (23) und Seitenwände (28) aufweisenden Formkasten (18) angeordnet und gebläht. Der Rohling (27) wird dabei in einem Formkasten (18) angeordnet, dessen Grundrissfläche grösser ist als die Grundrissfläche des Rohlings (27). Der Raum zwischen Rohling (27) und Formkastenwand (28) sowie gegebenenfalls im Rohling beizubehaltende Hohlräume werden mit einem körnigen Füllmaterial (26), beispielsweise Sand, gefüllt, das mindestens während des Entformens des geblähten Rohlings rieselfähig ist. Dadurch wird ein einfaches und sicheres Entformen und eine Schonung des Formkastens und des Formkörpers sichergestellt. Der Formkörper kann verschiedenste Ausbildungen haben und den verschiedensten Zwecken dienen. Der Formkörper ist vorzugsweise als Leichtbauelement für Bauzwecke ausgebildet.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung von mindestens teilweise aus geblähtem Tonmaterial gebildeten Formkörpern, wobei jeweils ein Rohling mit zwischen seiner Unterseite und seiner Oberseite verlaufenden Hohlräumen in einem einen Boden und Seitenwände aufweisenden Formkasten mit Abstand von den Seitenwänden angeordnet, gebläht, gekühlt und entformt wird, wobei der Formkasten und/oder der Rohling mit einem bei der angewandten Temperatur nicht sinternden körnigen Material als Trennmittel versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass man zur Stützung der Umfangsform des Rohlings die Hohlräume um den Rohling mit dem körnigen Material als Füllmaterial ausfüllt, wobei die Schichtdicke des um den Rohling angeordneten Füllmaterials mindestens das Zweifache des Grösstkorns des körnigen Füllmaterials beträgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man den Rohling aus aneinandergereihten Rohlingsteilen bildet.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man den Rohling zunächst aus einem als verlorene Schallung dienenden Mantel, vorzugsweise aus blähfähigem Material, bildet, in dem man ein Haufwerk aus Granulat aus blähfähigem Material anordnet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass man das Granulat in bis zur Auslösung des Blähvorgangs vorgewärmtem Zustand in den ebenfalls vorgewärmten Mantel einbringt und dort gegebenenfalls unter weiterer Wärmezufuhr bläht.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man einen monolithischen Rohling verwendet.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man einen Rohling verwendet, der teilweise aus einem Material mit dem blähfähigen Tonmaterial ähnlichen Bläh-eigenschaften, wie beispielsweise blähfähigem Glas, besteht.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man einen Rohling verwendet, der parallel zueinander angeordnete Hohlräume aufweist.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man eine Anzahl, vorzugsweise die äusseren Längsreihen, der Hohlräume des Rohlings mit einem körnigen, sinterfähigen Material, beispielsweise Ziegelschrot und/oder blähfähigem Glas, ausfüllt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man in einem Formkasten mehrere Rohlinge und zwischen diesen das Füllmaterial anordnet.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man ein körniges Füllmaterial verwendet, das mittels eines Bindemittels gebunden ist, das beim Blähvorgang seine bindenden Eigenschaften verliert.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man zunächst den Rohling in dem Formkasten anordnet und dann das Füllmaterial in rieselfähigem Zustand einbringt.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man die Dicke der Schicht aus dem Füllmaterial mindestens 1 cm, vorzugsweise 5% bis 10% der Rohlingshöhe wählt.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man ein körniges Füllmaterial verwendet, das kantiges Korn enthält.

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man solche Hohlräume des Rohlings, die auch im Formkörper verbleiben sollen, mit dem Füllmaterial ausfüllt.

15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man ein Füllmaterial mit folgendem Kornaufbau verwendet:

Korngrösse 1 bis 4 mm,
vorzugsweise bis 2 mm 40 bis 60, vorzugsweise 50 Vol.-%

Korngrösse 0,75 bis 1 mm 20 bis 40, vorzugsweise 30 Vol.-%
Korngrösse 0,5 bis 0,75 mm Rest.

16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man ein Füllmaterial verwendet, das vorzugsweise 10 bis 15 Vol.-% eines bei Erwärmung blähenden Werkstoffes, vorzugsweise Vermiculit, enthält.

17. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man ein Füllmaterial verwendet, das Quarzsand enthält, der vorzugsweise einen Eisengehalt aufweist.

18. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man ein Füllmaterial verwendet, das ein Brennhilfsmittel, wie Kohlenstaub, enthält.

19. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man das Füllmaterial in vorgewärmtem Zustand in den, vorzugsweise vorgewärmten, mit dem Rohling bestückten Formkasten einbringt.

20. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man einen Formkasten mit über den Rohling überstehenden Seitenwänden verwendet.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass man einen Formkasten verwendet, dessen obere Ränder eingezogen sind.

22. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man jedem durch Blähen des Rohlings zu schliessenden Hohlraum des Rohlings jeweils durch mindestens eine im Formboden, vorzugsweise coaxial zur Hohlraumachse angeordnete Öffnung, Heissgase zuführt, wobei der Querschnitt der Öffnung zweckmässigerweise 5 bis 15%, vorzugsweise 10%, des Querschnittes des Hohlraumes beträgt.

23. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man den Rohling nach dem Blähen und Erstarren durch Kippen des Formkastens um 180° auf eine, vorzugsweise gitterförmige Unterlage, insbesondere ein Förderband, entleert.

24. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Beladestation zum Beladen von Formkästen (18) mit Rohlingen, mit einer von Heissgas durchströmte Beheizungskammer (50) aufweisenden Blähstation (38) und mit einer Entformstation (39), dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenwände (14, 15, 29) der Form im Formkasten (8, 18) aus einer Schicht aus körnigem Füllmaterial (26) gebildet sind, das mindestens während des Entformens des Formkörpers rieselfähig ist.

25. Anlage nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Formkasten (8, 18) zur Aufnahme mehrerer Rohlinge (12a, 12b, 27) ausgebildet ist, wobei die Formseitenwände (15) benachbarter Formen aus dem körnigen Füllmaterial (26) gebildet sind.

26. Anlage nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Formkasten (8, 18) einen Formboden (9, 23) aufweist, der vorzugsweise jedem durch Blähen des Rohlings (12a, 12b, 27) zu schliessenden Hohlraum (13, 30) zugeordnete Öffnungen (11, 24) enthält, deren Querschnitt (F₁) jeweils zweckmässigerweise 5 bis 15%, vorzugsweise 10%, des Querschnittes (F₂) des Hohlraumes (13) beträgt.

27. Anlage nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die oberen Ränder (25) des Formkastens (18) eingezogen sind.

28. Anlage nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Umlaufförderer (33) mit einem oberen Vorlauftrum (43) und einem unteren Rücklauftrum (44) aufweist, in welchem Umlaufförderer der Formkasten (18) lösbar, vorzugsweise mittels magnetischer Befestigung angeordnet ist.

29. Anlage nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Bildung der Formseitenwände (14, 15, 29) aus dem Füllmaterial (26) eine Füllstation (36) zum Einbringen in den mit mindestens einem Rohling (12a, 12b, 27) bestückten Formkasten (8, 18) aufweist.

30. Anlage nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Füllstation (36) eine Düsenvorrichtung (58) mit einem dem Grundriss der Formseitenwände (14, 15, 26) entsprechenden Düsenraster aufweist.

31. Anlage nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Vorwärmstation (37) aufweist, die vorzugsweise mit Abgasen der Blähstation (38) betreibbar ist, ferner eine der Blähstation nachgeschaltete erste Kühlstation (68) zum Abkühlen der geblähten Rohlinge (12a, 12b, 27) bis zum Erstarren sowie eine der Entformstation (39) nachgeschaltete zweite Kühlstation (69).

32. Anlage nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass an die Beheizungskammer (50) der Blähstation (38) abströmseitig eine Abgasleitung (75) angeschlossen ist, die über ein Gebläse (79) und einen Wärmetauscher (81) mit einem Kamin (82) verbunden ist, wobei der Wärmetauscher (81) in einer Frischluftleitung für die Beheizungskammer (50) angeordnet ist.

33. Anlage nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass von der Abgasleitung (75) der Beheizungskammer (50) Zweigleitungen (77, 78) zur Vorwärmstation (37) und zur ersten Kühlstation (68) abzweigen.

34. Anlage nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Entformstation (39) eine Vorrichtung zum Kippen der Formkästen (8, 18) um 180° aufweist, die vorzugsweise aus der vorderen Umlenkrolle (41) des Umlaufförderers (33) besteht, wobei unterhalb der Kippvorrichtung eine vorzugsweise gitterförmige Unterlage, insbesondere ein Förderband (65) zur Aufnahme der Formkörper (64) und Trennen von Füllmaterial (26) angeordnet ist.

35. Anlage nach den Ansprüchen 31 und 34, dadurch gekennzeichnet, dass das gitterförmige Förderband (65) die zweite Kühlstation (69) bis zu einer Entladestation (40) durchläuft, wobei in der zweiten Kühlstation vorzugsweise eine ein Kühlmittel im Gegenstrom zur Förderrichtung des Förderbandes (65) führende Kühlvorrichtung (71, 89) angeordnet ist, die zweckmässigerweise den Förderkanal umgebende Rohrschlangen für das Kühlmittel aufweist.

36. Anlage nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlvorrichtung (71, 89) in der Ableitung (88) einen mit der Frischluftleitung (90) für die Heizvorrichtung (73) der Beheizungskammer (50) in Verbindung stehenden Wärmetauscher (89) aufweist.

37. Anlage nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Durchlaufanlage ausgebildet ist, wobei der Umlaufförderer (33) mindestens in der Beheizungskammer (50) so geführt ist, dass sich praktisch nur der Formkasten (18) in der Beheizungskammer (50) befindet und seitliche Ansätze (45) des Umlaufförderers (33) durch seitliche Schlitze (46) in den Seitenwänden (47) der Beheizungskammer (50) nach aussen ragen und dort geführt sind, wobei an den Schlitzen (46) Dichtungsvorrichtungen (51) zum Abdichten der Beheizungskammer (50) nach aussen angeordnet sind.

38. Anlage nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtungsvorrichtung (51) aus nach oben in ein Dichtungsmaterial (53) im Schlitz (46) und aus nach unten in ein Sandbett (55) im Schlitz (46) ragenden Dichtungsgliedern (52, 54), die an den Ansätzen (45) des Umlaufförderers (33) angeordnet sind, gebildet ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Formkörpers gemäss Oberbegriff des Anspruches 1 sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens gemäss Oberbegriff des Anspruches 24.

Ein Verfahren und eine Anlage der genannten Art sind aus der US-PS 1 960 571 bekannt. Dabei wird der Rohling aus

Tonmaterial mit zwischen seiner Unterseite und seiner Oberseite verlaufenden Hohlräumen in einem einen Boden und Seitenwände aufweisenden Formkasten mit Abstand von den Seitenwänden angeordnet. Nach dem Einlegen des Rohlings wird der Formkasten mittels eines Formdeckels geschlossen, der Öffnungen zum Durchblasen eines Heissgases zum Blähen des Rohlings aufweist. Während des Blähens expandiert der Rohling bis an die Wände des Formkastens, welcher die Form des Formkörpers bestimmt. In der Druckschrift werden verschiedene Massnahmen genannt, um das Anbacken des geblähten Rohlings im Formkasten zu verhindern. So wird unter anderem erwähnt, dass in die Oberfläche des Rohlings Sand eingewickelt oder die Innenseite des Formkastens besandet werden kann. Die genannten Massnahmen verfehlen jedoch den Zweck, da derartige dünne Sandschichten in dem sich aufblähenden Rohling untergehen und ihre Wirksamkeit verlorengeht. Der stark expandierende Rohling legt sich unter Vorspannung an die Form des Formkastens an. Beim Abkühlen des Rohlings und des Formkastens zieht letzterer stärker zusammen als der geblähte Rohling und hält diesen fest umklammert. Dadurch wird einerseits ein Entformen des geblähten Rohlings selbst bei besandeter Form oder bei besandetem Rohling unmöglich. Vielmehr besteht die Tendenz, dass der geblähte Rohling den Formkasten verzieht oder beschädigt.

Ausserdem bewirkt der praktisch direkt an dem Formling anliegende Formkasten eine zu rasche, schockartige Abkühlung, die zu unerwünschten Spannungen im Formling führt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Anlage zur Herstellung von mindestens teilweise aus geblähtem Tonmaterial gebildeten Formkörpern anzugeben, bei denen die genannten Nachteile nicht auftreten. Diese Aufgabe wird nun beim Verfahren und bei der Anlage der eingangs genannten Art durch die in den kennzeichnenden Teilen der Ansprüche 1 und 24 gegebenen Massnahmen gelöst.

Die so hergestellten Formkörper können Isolierelemente für die verschiedensten Zwecke und Anwendungsgebiete sein, vorzugsweise dienen sie als Leichtbauelemente für Bauzwecke.

Das Ausformen des geblähten Rohlings aus dem Formkasten wird durch das mindestens während des Entformens rieselfähige körnige Füllmaterial, welches die Seitenwände der Form des Formkastens bildet, einwandfrei sichergestellt, wobei selbst ein etwaiges Verziehen des Formkastens keinen nachteiligen Einfluss hat. Es hat sich in überraschender Weise herausgestellt, dass die Füllmaterial-Schicht, welche die Formseitenwände bildet, dem herzustellenden Leichtbauelement eine ausreichende Formgenauigkeit vermittelt. Die Konfiguration des Formkörpers wird also nicht durch den Formkasten bestimmt, sondern primär durch die Konfiguration des Rohlings und die stützende Funktion der Füllmaterial-Schicht während des Blähens. Die Einbettung des körnigen Füllmaterials in die Seitenwände der Formkörpers, insbesondere eines Leichtbauelementes erweist sich überdies als vorteilhaft, da sich dadurch der Verbund des Leichtbauelementes mit einer Mörtelmasse verbessern lässt. Schliesslich schützen die Füllmaterial-Schichten, welche die Formseitenwände der Form des Formkastens bilden, den Formkasten beim direkten Einbringen des Heissgases in die Hohlräume des Rohlings vor einer zu schnellen Erwärmung. Damit bilden die Formseitenwände aus dem Füllmaterial eine Isolierschicht, die ein übermässiges Aufheizen des Formkastens und damit eine Beschädigung, insbesondere ein Verziehen desselben verhindert. Andererseits wirkt das Füllmaterial als Isolierschicht, die ein zu rasches, schockartiges Abkühlen des Formkörpers verhindert, so dass Spannungen im Formkörper vermieden werden.

Die Rohlinge sind gemäss Anspruch 5 zweckmässigerweise monolithisch, d.h. einstückig ausgebildet, wodurch sich das Einbringen der Rohlinge in die Formkästen erleichtert. Es können aber auch Rohlinge gemäss Anspruch 2 zum Einsatz

kommen. Letztere lassen sich zwar schwieriger in dem Formkasten anordnen, doch ergeben sie durch ihre Trennflächen zwischen den aneinandergereihten Rohlingsteilen ein besonders günstiges Strukturgerüst, da die Nahtstellen, gleich wie die Aussenhaut, in der Regel eine grössere Dichte aufweisen als die übrigen Teile des Formkörpers. In diesem Falle ist eine Ausbildung des Rohlings gemäss Anspruch 7 besonders vorteilhaft.

Es kann auch zweckmässig sein, gemäss Anspruch 3 zu verfahren. Dabei kann der Mantel aus beständigem Material oder vorzugsweise ebenfalls aus blähfähigem Material bestehen. Das Erhitzen kann beispielsweise durch von unten und oben wechselweises Beaufschlagen mit Heissgas erfolgen, wie dies in der DE-PS 1 914 372 beschrieben ist. Es besteht aber auch die Möglichkeit, nach Anspruch 4 vorzugehen, wodurch eine intensivere Blähung des Granulats bei gleichzeitiger Schonung des Formkastens möglich ist. Gegebenenfalls kann auf den als verlorene Schalung dienenden Mantel verzichtet werden, wenn man nach Anspruch 10 vorgeht und aus dem Füllmaterial eine zunächst formbeständige Form bildet, in die man das Granulat einbringt.

Der Rohling kann vollständig aus dem blähfähigen Tonmaterial bestehen. Insbesondere die Festigkeitseigenschaften des Formkörpers lassen sich jedoch beeinflussen, wenn der Rohling auch Bestandteile aus einem anderen Material, vorzugsweise mit dem Tonmaterial ähnlichen Bläheigenschaften, wie beispielsweise Schaumglas, enthält. So kann das oben erwähnte Haufwerk aus Granulaten neben Granulaten aus blähfähigem Tonmaterial auch solche aus blähfähigem Glas enthalten, wodurch sich die Festigkeit des Formkörpers verbessern lässt.

Von besonderem Vorteil ist der Verfahrensschritt nach Anspruch 8, da durch das Einbringen von sinterfähigem, körnigem Material in bestimmte Hohlräume, diesen beim Blähen ein dichteres Gefüge gegeben werden kann. Es ergeben sich dadurch Zonen grösserer Festigkeit im herzustellenden Formkörper. Solche Zonen können systematisch angeordnet werden, beispielsweise dadurch, dass die äusseren Längsreihen der Hohlräume des Rohlings mit dem sinterfähigen, körnigen Material gefüllt werden.

Es kann für jeden zu blähenden Rohling ein gesonderter Formkasten vorgesehen sein, besonders zweckmässig ist jedoch die Verfahrensweise nach Anspruch 9.

Bei einer Verfahrensweise nach Anspruch 10 erhält die Form aus dem Füllmaterial zunächst eine Eigenfestigkeit, die das Ausformen des Rohlings erleichtert. Dadurch, dass diese Eigenfestigkeit während des Blähvorgangs jedoch verlorengeht, kommen die den Formkasten schonenden Eigenschaften und das leichte Entformen des geblähten Rohlings zum Tragen.

Besonders einfach ist ein Vorgehen nach Anspruch 11.

Der Anspruch 12 benennt besonders geeignete Dimensionierungen der Dicke der Füllmaterial-Schicht, wobei diese Dicke zwischen zwei benachbarten Rohlingen kleiner gewählt werden kann als zwischen dem Rohling und dem Formkasten.

Die Wahl eines Füllmaterials nach Anspruch 13 ist besonders zweckmässig, da eine Mischung aus rundem und kantigem Korn hinsichtlich Formbeständigkeit und Rieselfähigkeit optimale Bedingungen schafft. Besonders vorteilhaft ist ein Füllmaterial aus Sand, der in einer Hammermühle zerkleinert worden ist, wodurch die einzelnen Körner teils runde und teils gebrochene Strukturen aufweisen können. Beim Einbringen des Füllmaterials in den Formkasten kann überschüssiges, in die Hohlräume des Rohlings gelangendes Füllmaterial durch Öffnungen im Formboden entweichen. Verbleibende Reste von Füllmaterial in den Hohlräumen sind nicht schädlich. Einen besonders zweckmässigen Aufbau des Füllmaterials gibt Anspruch 15.

Zur Herstellung von Hohlräumen im Formling ist ein Vorgehen nach Anspruch 14 zweckmässig.

Da beim Blähen des Rohlings dieser in der Form ansteigt, wächst er praktisch über die Formseitenwände aus dem Füllmaterial hinaus. Durch die Massnahmen des Anspruches 16 kann erreicht werden, dass das Füllmaterial entsprechend mitwächst, so dass beim Blähen des Rohlings die Formbeständigkeit gegeben ist. Dabei ist auch ein Formkasten gemäss Anspruch 20 von Vorteil. Um ein Überlaufen oder Verdrängen des Füllmaterials aus dem Formkasten zu verhindern, eignet sich besonders eine Massnahme nach Anspruch 21.

Ein besonders geeignetes Füllmaterial umschreibt Anspruch 17, wobei ein geringer Eisengehalt ein leichtes Zusammenbacken der Körner bewirken kann, wobei jedoch die Rieselfähigkeit beim Entformen nicht beeinträchtigt ist.

Unter Umständen kann eine Verfahrensweise nach Anspruch 18 von Vorteil sein, wenn ein gewisses Nachbrennen und damit Nachblähen erzielt werden soll, denn die Brennhilfsmittel im Füllmaterial verlängern die Hitzeeinwirkung.

Die Vorwärmzeit des Füllmaterials, des Formkastens und des Rohlings lässt sich durch eine Massnahme nach Anspruch 19 verkürzen.

Obwohl es möglich ist, das Heissgas von oben in die Hohlräume des Rohlings einzubringen, erweist sich doch ein Vorgehen gemäss Anspruch 22 als besonders vorteilhaft. Durch die im Verhältnis zum Querschnitt der Hohlräume kleinen Öffnungen wird ein turbulentes Einströmen des Heissgases in die Hohlräume erzielt, so dass durch innige Durchwirbelung der Heissgase in den Hohlräumen eine gleichmässige Erwärmung des Rohlings erfolgt. Bei der Einbringung des Heissgases durch Öffnungen im Formboden wird eine vorzeitige starke Blähung des Randes des oberen Hohlraumes verhindert. Es ergibt sich dadurch eine gleichmässige Blähung längs des ganzen Hohlraumes.

Anspruch 23 umschreibt eine vorteilhafte Art des Entformens. Durch das Aufbringen des geblähten Rohlings auf eine gitterförmige Unterlage, insbesondere ein Förderband, wird dessen weitere Abkühlung erleichtert.

Die Ansprüche 25 bis 38 beschreiben vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemässen Anlage zur Herstellung des Formkörpers aus geblähtem Tonmaterial.

Ausführungsbeispiele des Gegenstandes der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen am Beispiel der Herstellung von Leichtbauelementen für Bauzwecke näher beschrieben, dabei zeigen:

Fig. 1 ein Leichtbauelement im Ausschnitt und in schaubildlicher, teilweise ausgebrochener Darstellung;

Fig. 2 einen Formkasten mit einstückigen Rohlingen in Draufsicht und im Ausschnitt;

Fig. 3 einen Formkasten mit aus Rohlingsteilen bestehenden Rohlingen, in Draufsicht und im Ausschnitt;

Fig. 4 einen weiteren Formkasten mit einem Rohling im Querschnitt;

Fig. 5 das Schema einer Anlage zur Herstellung von Leichtbauelementen, im Längsschnitt;

Fig. 6 die Anlage der Fig. 5 im Schnitt VI-VI der Fig. 5; und

Fig. 7 den Leitungsplan der Anlage der Fig. 5.

Das in Fig. 1 im Ausschnitt und in schaubildlicher Darstellung gezeigte Leichtbauelement 1 weist einen Grundkörper 2 aus geblähtem Tonmaterial kleinerer Dichte auf, der von einer Stützstruktur 3 grösserer Dichte durchsetzt ist. Dabei besteht die Stützstruktur aus annähernd parallel zueinander angeordneten Stützgliedern 4a, die zellenartig ausgebildet sind und Stützgliedern 4b, die stabartig ausgebildet sind. Die Stützglieder verlaufen zwischen zwei einander gegenüberliegenden Seiten 5 und 6 des Leichtbauelementes. Das Leichtbauelement ist auf fünf Seiten von einer Sinterhaut 7 umgeben, die wie die

Stützglieder eine grössere Dichte aufweist als der Grundkörper 2. An der sechsten Seite 6 ist, wie Fig. 1 zeigt, die Sinterhaut entfernt. Die Seite 6 entspricht der offenen Seite des Formkastens, an der das Leichtbauelement mechanisch nachgearbeitet worden ist. Die Nachbearbeitung kann gegebenenfalls entfallen, wenn das Leichtbauelement im noch zähen Zustand mit einer die Öffnung der Form verschliessenden Abdeckplatte nachgeformt wird.

Ein Leichtbauelement der Fig. 1 lässt sich insbesondere aus Rohlingen der in Fig. 3 gezeigten Art herstellen. Die aus den Aussenhäuten der Rohlinge gebildeten Nahtstellen der Rohlingsteile weisen andere Bläheigenschaften auf als der innenliegende Teil des Rohmaterials der Rohlinge. Dies führt zu einem im Vergleich zum übrigen Tonmaterial des Formlings dichteren Gefüge, d.h. es entsteht ein wabenartiges Stützgerüst aus einzelnen zellenartigen Stützgliedern 4a. In analoger Weise führen die Hohlräume zu stabartigen Stützgliedern 4b. Ein Rohling der in Fig. 2 gezeigten Art führt zu Leichtbauelementen, bei denen die zellenartigen Stützglieder 4a praktisch nicht ausgebildet sind, sondern nur die stabartigen Stützglieder 4b.

Die Fig. 2 zeigt einen Formkasten 8 mit einem Formboden 9 und Seitenwänden 10. In dem Formboden 9 sind Öffnungen 11 zum Durchtritt von Heissgas vorhanden. Im Formkasten 8 sind mehrere Rohlinge 12a angeordnet, die jeweils einstückig ausgebildet sind und Hohlräume 13 enthalten, die von einer Seite des Rohlings zur anderen Seite durchgehen. Für jeden Hohlraum 13 ist eine Öffnung 11 vorhanden, wobei der Querschnitt F_1 der Öffnung 11 kleiner ist als der Querschnitt F_2 der Hohlräume 13. Der Querschnitt F_1 der Öffnung 11 beträgt zweckmässigerweise 5 bis 15%, vorzugsweise 10% des Querschnittes F_2 des Hohlraumes 13.

Die Formseitenwände 14 und 15 zwischen dem Rohling 12a und der Seitenwand 10 des Formkastens 8 einerseits und zwischen benachbarten Rohlingen 12a andererseits ist gebildet durch Auffüllen der Spalten S_1 und S_2 zwischen dem Rohling 12a und dem Formkasten 8 einerseits und zwischen benachbarten Rohlingen 12a andererseits mittels rieselfähigem, körnigem Füllmaterial, das bei der Sintertemperatur des Rohlings rieselfähig bleibt. Die Formseitenwände 14, die zwischen dem Rohling 12a und der Seitenwand 10 des Formkastens 8 liegen, sind dicker als die Formseitenwände 15 zwischen benachbarten Rohlingen 12a. Die Formseitenwände 14 weisen beispielsweise eine Dicke von 5% bis 10% der Rohlingshöhe auf, während die Formseitenwände 15 eine Dicke von mindestens 1 cm besitzen. Auch etwaige bleibende Hohlräume, beispielsweise für Handlöcher, können mit dem rieselfähigen, körnigen Füllmaterial ausgefüllt sein.

Die Fig. 3 zeigt eine der Fig. 2 analoge Anordnung eines Rohlings 12b in einem Formkasten 8, wobei jedoch der Rohling 12b nicht einstückig ausgebildet ist, sondern aus Rohlingsteilen 16 zusammengesetzt ist. Diese Rohlingsteile können entweder lose aneinandergesetzt sein oder an ihren Fugen 17 miteinander verklebt sein. Beim Blähen des so zusammengesetzten Rohlings 12b führen die Fugen 17 zu den anhand der Fig. 1 beschriebenen zellenartigen Stützgliedern 4a.

Die Fig. 4 zeigt einen weiteren Formkasten 18 mit einem Formkastenunterteil 19 und einem Formkastenoberteil 20, der mit Verstärkungsrippen 21 und einem umlaufenden Flansch 22 versehen ist. Der Formkastenunterteil weist den Formboden 23 mit den Öffnungen 24 für den Durchtritt der Heissgase auf. Der obere Rand 25 des Formkastenoberteils 20 ist etwas eingezogen, um ein Übertreten des Füllmaterials 26 zu verhindern, das zwischen dem Rohling 27 und der Seitenwand 28 des Formkastens angeordnet ist und die Formseitenwand 29 bildet. Sowohl in den Hohlräumen 30 des Rohlings 27 sowie an dessen oberen Stirnseiten und an den Formseitenwänden 29 aus dem Füllmaterial 26 bilden sich beim Einfüllen des Füllmaterials Anhäufungen 31a bis 31c, die durch den eingeblase-

nen Heissgasstrom in der Blähstation entweder weggeblasen werden oder für das spätere Leichtbauelement unschädlich sind.

Die beiden äusseren Hohlräume 30 des Rohlings 27 sind mit einem körnigen sinterfähigen Material 32 ausgefüllt, das beim Blähen des Rohlings ebenfalls in gewissem, jedoch geringem Umfange gebläht wird und dichtere und damit festere Bereiche des Leichtbauelementes bildet. Ein solches körniges Sintermaterial 32 ist beispielsweise ein Ziegelschrot. Zweckmässigerweise besteht ein solches Ziegelschrot aus einem Tonmaterial, das in reduzierender Atmosphäre gebrannt worden ist, so dass es ein anderes Blähverhalten aufweist, als der übrige Rohling. Dadurch ergibt sich in Bereichen solchen Materials eine dichtere Struktur im fertigen Bauelement. Als körniges, sinterfähiges Material kann auch blähfähiges Glas verwendet werden.

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen ist es auch möglich als Rohling zunächst einen als verlorene Schalung dienenden Mantel in dem Formkasten und der Form aus körnigem Füllmaterial anzuordnen. Der Mantel kann aus einem bei der Bläh- bzw. Sintertemperatur beständigem Material bestehen. Vorzugsweise besteht der Mantel ebenfalls aus blähfähigem Material, wie blähfähigem Tonmaterial. In diesen Mantel kann man ein Haufwerk aus Granulat aus blähfähigem Material einbringen. Dabei kann das gesamte Granulat aus blähfähigem Tonmaterial bestehen. Es ist auch möglich, Granulat aus blähfähigem Tonmaterial mit Granulat aus anderem Material, das dem Tonmaterial ähnliche Bläheigenschaften aufweist, wie beispielsweise blähfähigem Glas, zu mischen. Bei Verwendung einer Form aus körnigem Füllmaterial, das mittels eines Bindemittels gebunden ist, welches beim Blähvorgang seine bindenden Eigenschaften verliert, kann auf den Mantel gegebenenfalls verzichtet werden. Der Rohling kann von oben oder von unten oder wechselweise von oben und von unten mittels Heissgas beheizt werden. Es ist auch möglich, das Granulat und die Form mit dem Mantel getrennt zu beheizen, wobei das Granulat bis zur Blähtemperatur aufgeheizt und dann in die Form bzw. in den Mantel eingebracht wird. Der Blähvorgang kann dann unter Umständen ohne weitere Wärmezufuhr selbsttätig ablaufen. Gegebenenfalls kann auch weitere Wärme zugeführt werden.

Der Formkasten 18 der Fig. 4 kann permanentmagnetisch sein oder aus ferromagnetischem Material bestehen, so dass ein solcher Formkasten in den ferromagnetisch oder permanent bzw. elektromagnetisch ausgebildeten Rahmen eines Umlaufförderers eingehängt und allein durch die magnetischen Kräfte gehalten werden kann.

Das Füllmaterial enthält vorzugsweise kantiges und rundes Korn, wodurch sich die Festigkeit bei Erschütterung des Materials verbessern lässt. Dabei ist insbesondere ein in einer Hammermühle gebrochenes Korn von Vorteil, das teils runde teils gebrochene Flächen aufweist. Das Grösstkorn des Füllmaterials ist vorzugsweise kleiner als 50% der Dicke der Füllmaterial-Schicht, welche die Formseitenwände bildet, bzw. kleiner als 40% des Durchmessers der Öffnungen im Formboden. Von Vorteil ist es, wenn das Füllmaterial den folgenden Kornaufbau aufweist:

Korngrösse 1 bis 4 mm, vorzugsweise bis 2 mm 40 bis 60, vorzugsweise 50 Vol.-%
Korngrösse 0,75 bis 1 mm 20 bis 40, vorzugsweise 30 Vol.-%
Korngrösse 0,5 bis 0,75 mm Rest.

Als körniges Füllmaterial, das bei der Sintertemperatur des Rohlings rieselfähig ist, eignet sich beispielsweise Stahlgries, Schamotte und insbesondere Quarzsand und Korund. Das Füllmaterial kann gegebenenfalls noch ein Brennhilfsmittel, wie Kohlenstaub, enthalten, das im Füllmaterial verbrennt und somit den Brennvorgang des Tonmaterials unterstützt, beispielsweise im Sinne eines Nachblähens verlängert. Ausserdem hat Kohlenstaub eine trennende Wirkung, die die Rieselfähig-

keit des Füllmaterials begünstigt. Um beim Wachsen des Rohlings während des Blähvorgangs auch ein Wachsen der Füllmaterial-Schicht, welche die Formwand bildet, zu bewirken, ist es zweckmässig, wenn das Füllmaterial 10 bis 15 Vol.-% eines bei Erwärmung blähenden Werkstoffes, vorzugsweise Vermiculits wählt man dabei vorteilhafterweise so, dass es im geblähten Zustand ein grösseres Korn bildet als das grösste Korn des körnigen Füllmaterials, so dass bei der Aufbereitung des Füllmaterials das geblähte Vermiculit ausgesiebt und zur weiteren Verwendung abgeführt werden kann.

Das körnige Füllmaterial kann gegebenenfalls mit einem Bindemittel, beispielsweise mit einem organischen Bindemittel, wie Methylzellulose oder Fischleim gebunden sein, das beim Blähvorgang seine bindenden Eigenschaften verliert. Dadurch erreicht man eine Anfangsformbeständigkeit, die sich jedoch beim Blähvorgang verliert. Dadurch kann die Formhaltigkeit des blähenden Rohlings verbessert werden, ohne dass die den Formkasten schonenden Eigenschaften und die gute Entformbarkeit verlorengehen.

Die Fig. 5 bis 7 zeigen das Schema einer Anlage zur Herstellung von Leichtbauelementen mit dem entsprechenden Leitungsplan. Die Anlage ist als Durchlaufanlage ausgebildet, wobei der Durchlauf mittels eines Umlaufförderers 33 erzielt wird, der aus einzelnen Rahmen 34 besteht, in die die Formkästen 18 eingehängt sind. Die Anlage enthält eine Beladestation 35, eine Füllstation 36 für das Füllmaterial, eine Vorwärmstation 37, eine Blähstation 38, eine Entformstation 39 sowie eine Entladestation 40 für die Leichtbauelemente.

Der Umlaufförderer 33 ist über eine vordere Umlaufrolle 41 und eine hintere angetriebene Umlaufrolle 42 in ein oberes veraufendes Trum 43 und in ein unteres zurücklaufendes Trum 44 unterteilt. Einzelheiten des Umlaufförderers lassen sich aus Fig. 6 entnehmen. Dort ist gezeigt, dass der Rahmen 34, in den die Formkästen 18 eingesetzt sind, seitliche Ansätze 45 aufweisen, die durch seitliche Schlitze 46 in den Seitenwänden 47 der Anlage greifen. An ihren äusseren Enden tragen die Ansätze 45 Rollen 48, mit denen sie auf Schienen 49 fahren. Die Ausgestaltung des Umlaufförderers 33 und der Formkästen 18 ist derart, dass letztere den Querschnitt der Beheizungskammer 50 praktisch vollständig durchmessen. Seitliche Dichtungsvorrichtungen 51 verhindern ein Austreten der Heissgase durch die Schlitze 46. Dabei weisen die Dichtungsvorrichtungen obere Dichtungsglieder 52 auf, die in ein Dichtungsmaterial 53 im Schlitz 46 eingreifen, sowie untere Dichtungsglieder 54, die in ein Sandbett 55 im Schlitz eingreifen. Die Dichtungsglieder 52 und 54 sind an den Ansätzen 45 des Umlaufförderers 33 angeordnet.

Die Beladestation 35 ist an der hinteren Umlaufrolle 34 des Umlaufförderers 33 angeordnet und weist einen Zuförderer 56 auf, der die Rohlinge 27 den einzelnen Formkästen 18 zuführt. Die beladenen Formkästen 18 gelangen dann an die Füllstation 36. Diese weist eine Füllvorrichtung 57 auf, die eine Düsenvorrichtung 58 enthält, welche einen dem Grundriss der Formseitenwände entsprechenden Düsenraster aufweist. Unterhalb des oberen Trums 43 des Umlaufförderers 33 ist eine Auffangvorrichtung 59 für überschüssiges Füllmaterial angeordnet, welche das Füllmaterial zu einem Vorratsbehälter 60 zurückfördert. Die Beladestation 35 und die Füllstation 36 sind in einer gemeinsamen Kammer 61 angeordnet, die mittels angesaugter Heissluft aus anderen Kammern vorgeheizt wird.

Der Füllstation 36 ist die Vorwärmstation 37 nachgeschaltet, in der eine weitere Aufheizung erfolgt. Von dort gelangen die Rohlinge in die Blähstation 38, die eine Beheizungskammer 50 aufweist, welche in einen weiteren Vorwärmteil 62 und in den eigentlichen Blähteil 63 unterteilt ist.

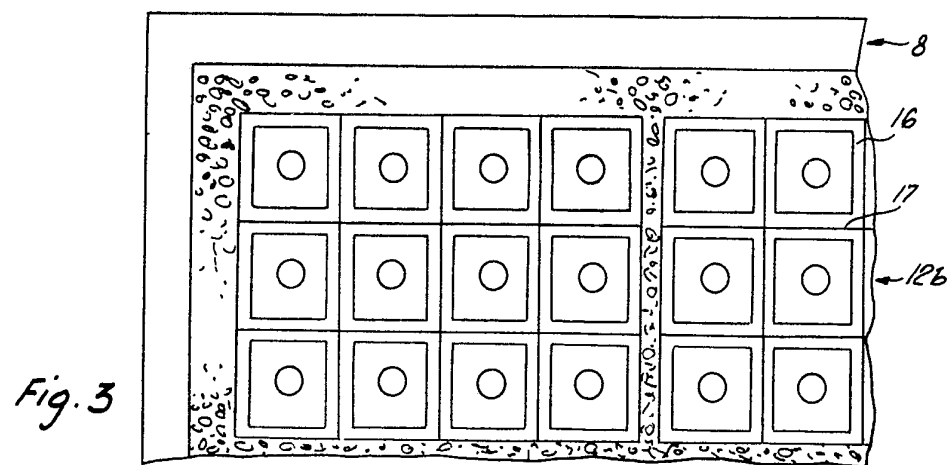
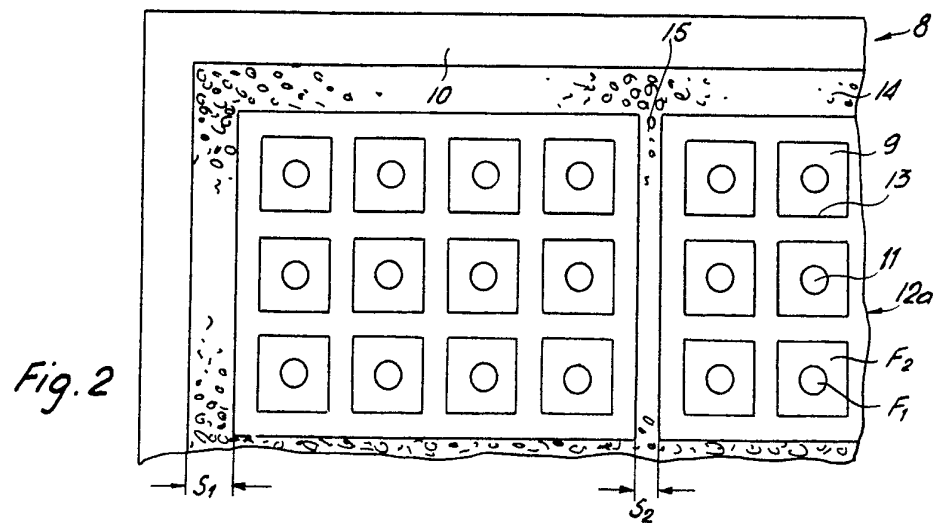
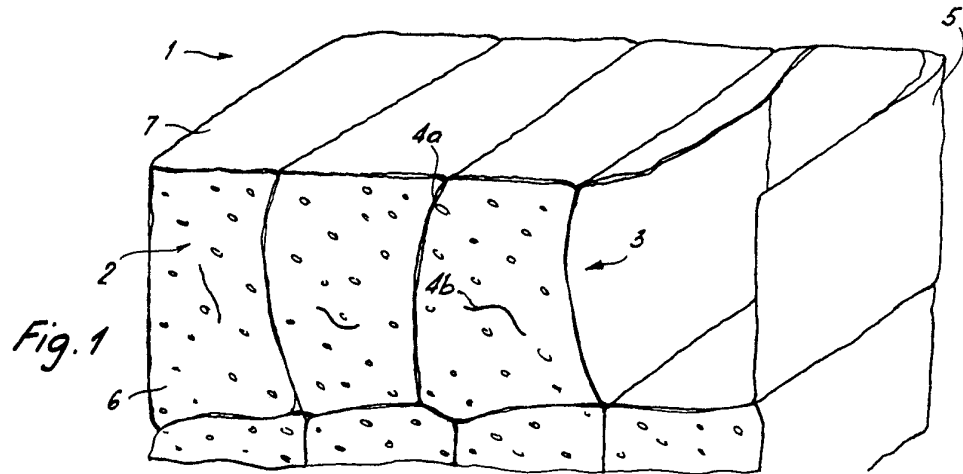
Die anschliessende Entformstation 39 wird gebildet durch die vordere Umlaufrolle 41 des Umlaufförderers 33, welche die Formkästen 18 um 180° kippt, so dass die geblähten Rohlinge, die nunmehr zu den Leichtbauelementen geworden sind, zusammen mit dem Füllmaterial aus dem Formkasten herausfallen können. Zum Auffangen der Leichtbauelemente 64 dient ein gitterförmiges Umlaufband 65, auf dem die Leichtbauelemente 64 liegenbleiben und durch die das Füllmaterial durchrieseln kann und auf ein darunterliegendes Transportband 66 gelangt. Letzteres dient zur Rückführung des Füllmaterials zu einem Füllmaterialtransportgebläse 67, welches das Füllmaterial zu einem Vorratsbehälter 60, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung einer Aufbereitungsanlage, zurückführt. Das Füllmaterialtransportgebläse 67 fördert das Füllmaterial auch von der Auffangvorrichtung 59 zur Füllstation.

Die Entformstation 39 ist in der ersten Kühlstation 68 angeordnet, in der der geblähte Rohling bis zum Erstarren gekühlt wird. Die zweite Kühlstation 69 schliesst sich an die Entformstation 39 an und besteht aus dem gitterförmigen Umlaufband 65, das durch einen Kühlkanal 70 bewegt wird. Im Kühlkanal 70 sind Kühlschlangen 71 angeordnet, durch die ein Kühlmittel, beispielsweise eine Natriumchloridsol, im Gegenstrom zur Förderrichtung gepumpt wird. Im Kühlkanal der zweiten Kühlstation wird das Leichtbauelement auf annähernd Raumtemperatur abgekühlt. An die zweite Kühlstation 69 schliesst sich die Entladestation 40 an, an der die Leichtbauelemente 64 vom gitterförmigen Umlaufband 65 auf ein weiteres Förderband 72 umgeladen werden.

Wie insbesondere aus Fig. 7 entnommen werden kann, erfolgt das Aufheizen der Beheizungskammer 50 der Blähstation 35 durch Brenner 73, die einen Luftstrom in der Zuleitung 74 aufheizen, welche mit der Beheizungskammer 50 in Verbindung steht. Dort wird die Beheizungskammer 50 im eigentlichen Blähteil auf ca. 1260°C aufgeheizt. Die heissen Gase werden in einer Abgasleitung 75 aus der Beheizungskammer 50 abgezogen und gelangen über einen Wärmetauscher 76 einerseits über eine Zweigleitung 77 in die erste Kühlstation 68 und andererseits über die Zweigleitung 78 in die Vorwärmstation 37. An den Wärmetauscher 76 ist ein Gebläse 79 angeschlossen, das die Abgase über eine Ableitung 80 und einen weiteren Wärmetauscher 81 zu einem Kamin 82 ableitet. Der Wärmetauscher 81 dient zur Erwärmung von über einen Stutzen 83 angesaugter Frischluft, die über ein Gebläse 84 der Zuleitung 74 zugeführt wird, welche zur Beheizungskammer 50 geht.

Die heissen Gase der ersten Kühlstation 68 werden über den Rücklaufschaft 85 des unteren Trums 44 des Umlaufförderers 33 zur Kammer 61 der Beladestation 35 und der Füllstation 36 zugeführt und dienen zur Aufheizung dieser Kammer. Über eine Ableitung 86 und ein Gebläse 87 wird die Abluft aus der Kammer 61 abgeführt.

Das erwärmte Kühlmittel in der Ableitung 88 der Kühlschlange 71 fliesst durch einen Wärmetauscher 89, der mit einer Frischluftleitung 90 für die Brenner 73 der Beheizungskammer 50 in Verbindung steht.



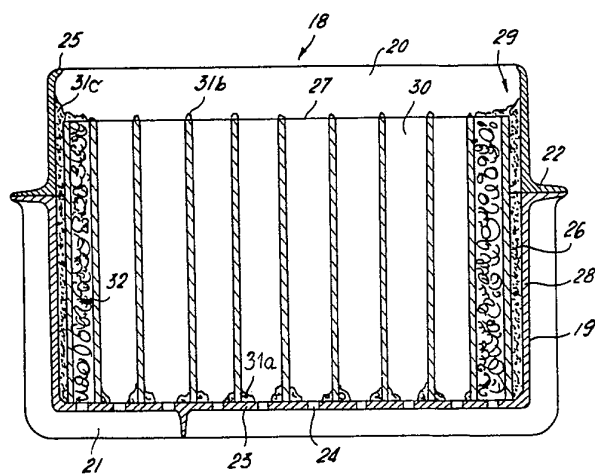


Fig. 4

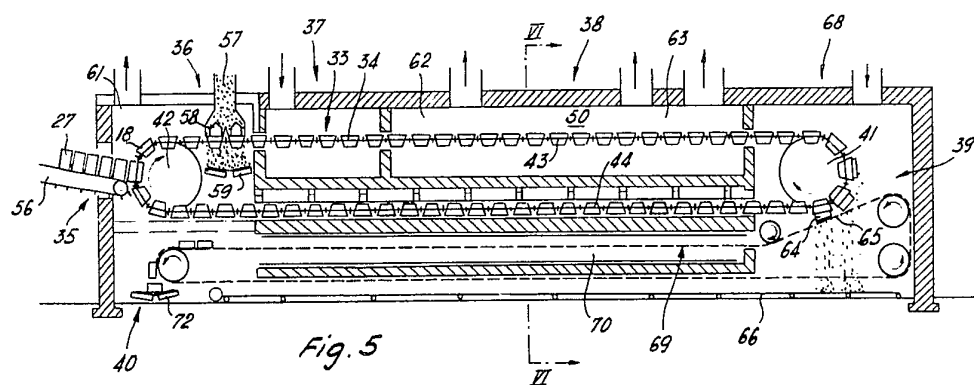


Fig. 5

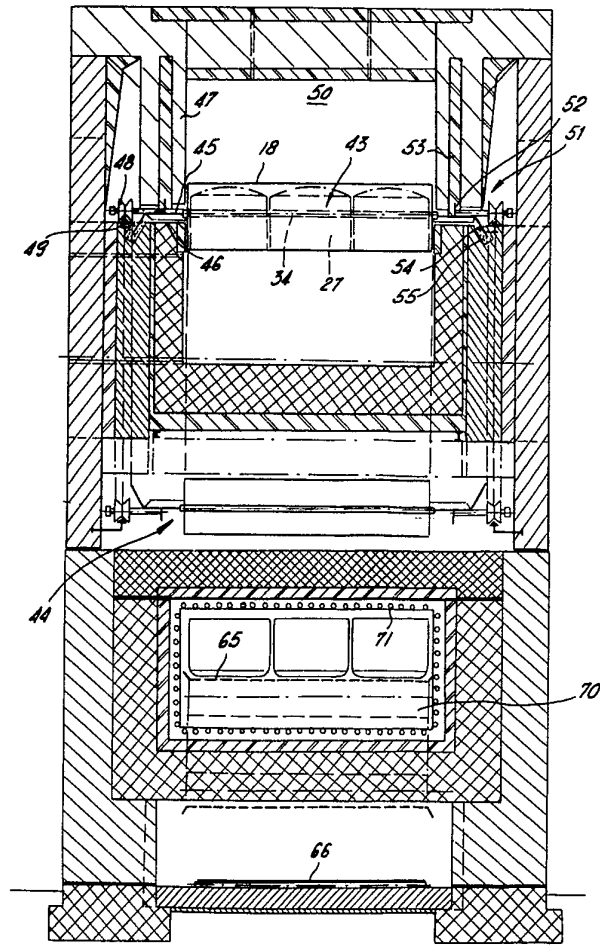


Fig. 6

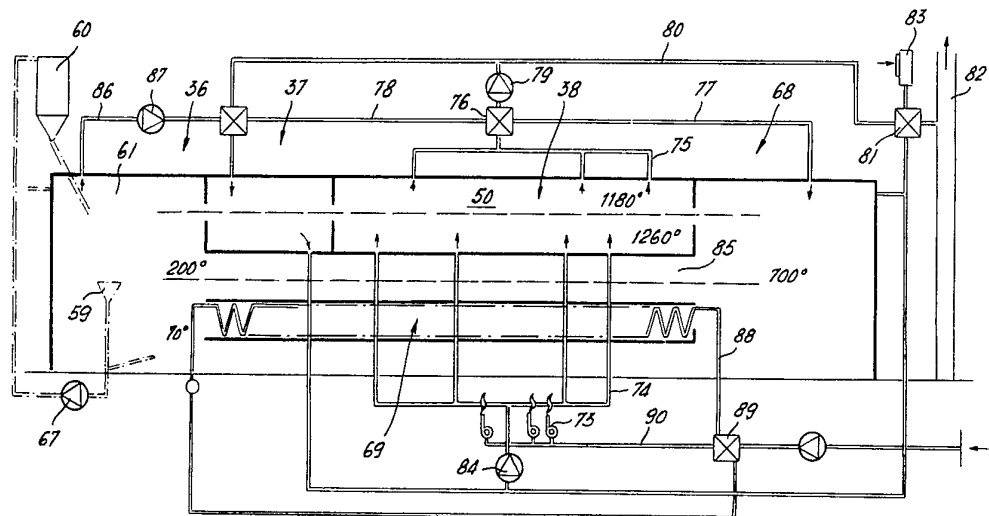


Fig. 7