

A2

**DEMANDE
DE CERTIFICAT D'ADDITION**

⑫

N° 82 01906

Se référant : au brevet d'invention n° 81 03868 du 26 février 1981.

⑮ Digesteur à lessivage pour la fermentation de matières cellulosiques et la production de méthane.

⑯ Classification internationale (Int. Cl.³). C 12 M 1/00; C 12 P 5/00.

⑰ Date de dépôt 5 février 1982.

⑱ ⑳ ㉑ Priorité revendiquée :

㉒ Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 32 du 12-8-1983.

㉓ Déposant : AUBERTIER Maurice et DROMIGNY Pierre. — FR.

㉔ Invention de : Maurice Aubertier et Pierre Dromigny.

㉕ Titulaire : *Idem* ㉓

㉖ Mandataire : Jacques Peuscet, conseil en brevets,
3, square de Maubeuge, 75009 Paris.

Certificat(s) d'addition antérieur(s) :

1

La présente demande de premier certificat d'addition se rattache à la revendication 1 de la demande de brevet français n° 81-03868 déposée le 26 Février 1981.

La demande de brevet principal décrit un digesteur pour la fermentation cellulosique pour la production de méthane par fermentation anaérobie, comprenant au moins une cuve destinée à recevoir la matière cellulosique, une ou plusieurs ouvertures obturables pour le chargement et le déchargement de la matière dans la cuve, des moyens pour transférer vers l'extérieur le méthane produit dans la cuve ou pour le stocker, et des moyens de chauffage du contenu de la cuve pour favoriser la fermentation ; la cuve comporte, à une certaine distance au-dessus de son fond, un plancher ajouré supportant la matière organique disposée dans la cuve, de façon à laisser, sous le plancher ajouré et au-dessus du fond, un espace d'accumulation de liquide, des moyens de chauffage du liquide contenu dans cet espace d'accumulation, un ou plusieurs conduits s'étendant sensiblement sur la hauteur de la cuve et débouchant au-dessous du plancher ajouré dans l'espace d'accumulation de liquide, pour prélever ledit liquide, et au moins une grille ou un organe de contention, disposé vers le sommet de la cuve, celle-ci étant obturée, à sa partie supérieure, par un couvercle de manière que l'étanchéité soit assurée entre le couvercle et la cuve par un joint d'eau.

Dans le digesteur décrit dans le brevet principal, la circulation dans un ou plusieurs conduits verticaux est provoquée par la différence des températures du liquide entre le fond et le sommet de la cuve. En outre, un ou plusieurs siphons, reliés à l'extrémité supérieure du conduit ou des conduits, au-dessus de la matière organique contenue dans la cuve, distribuent périodiquement au sommet de la cuve le liquide chaud prélevé dans l'espace d'accumulation.

Ainsi, le digesteur décrit dans le brevet principal assure la circulation du liquide entre l'espace inférieur d'accumulation et la partie supérieure de la cuve par un effet naturel de thermosiphon, obtenu par chauffage du liquide qui

se trouve dans l'espace inférieur d'accumulation. Bien que ce digesteur donne satisfaction pour le traitement de nombreuses matières cellulosiques, son fonctionnement n'est cependant pas optimal lorsque la fermentation de la matière

5 nécessite une circulation fréquente du liquide et lorsque la fermentation optimale nécessite un maintien de la température dans une plage étroite. Dans ces cas particuliers, le débit de thermocirculation du liquide se révèle insuffisant, si bien que la fermentation n'est pas optimale.

10 La présente invention concerne un perfectionnement d'un digesteur du type décrit précédemment, permettant la circulation du liquide avec un débit important, et permettant, en outre, le maintien de la température de la matière cellulosique, qui fermente, dans une étroite plage de tempé-

15 ratures.

Plus précisément, un digesteur selon l'invention, du type décrit précédemment, comporte, sur au moins un conduit de prélèvement extérieur à la cuve, conduit qui débouche, d'une part, sous le plancher ajouré et d'autre part au-dessus

20 de l'organe de contention, au moins une pompe destinée à prélever le liquide dans l'espace d'accumulation et à le distribuer au-dessus de l'organe de contention, à la partie supérieure de la cuve.

De cette manière, la circulation peut être obtenue même lorsque la différence de température entre le liquide présent dans l'espace d'accumulation et le reste de la

25 cuve est faible.

Le digesteur comporte, de préférence, un dispositif de répartition du liquide pompé sur l'organe de contention afin que le liquide soit réparti aussi régulièrement

30 que possible sur ledit organe de contention.

Le digesteur comprend aussi, avantageusement, un dispositif de mesure de la température dans le volume occupé par la matière cellulosique, et un organe de commande

35 destiné à provoquer le fonctionnement des moyens de chauffage du liquide qui se trouve dans l'espace d'accumulation. Il est avantageux que ce même organe de commande provoque le fonctionnement de la pompe d'après la température de la matière cellulosique dans la cuve.

Il est avantageux également qu'une porte d'accès formée à la partie inférieure de la cuve et obturant un orifice de la paroi de celle-ci, comporte un conduit muni d'une vanne, ce conduit étant raccordé à la pompe.

5 Les moyens de chauffage du liquide comportent avantageusement un échangeur de chaleur ou un serpentín de chauffage par circulation, utilisant, par exemple, l'eau chaude comme fluide caloporteur. Les moyens de chauffage sont placés, de préférence, dans l'espace d'accumulation de liqui-
10 de mais, dans une variante, ils pourraient être placés à l'extérieur de la cuve.

Le couvercle obturant la partie supérieure de la cuve forme, de préférence, un joint hydraulique, du type utilisé dans les gazomètres.

15 Dans un mode de réalisation, plusieurs cuves sont disposées en parallèle, chaque cuve ayant un conduit de prélèvement de liquide ; ces conduits sont disposés en parallèle et ont une partie commune contenant une pompe unique pour toutes les cuves, et des électrovannes sont disposées dans
20 chaque conduit, en amont et en aval de la partie commune. L'organe de commande de la pompe peut être avantageusement un organe unique, qui reçoit des signaux représentatifs des températures dans chacune des cuves et qui est destiné à commander les électrovannes afin que la pompe assure la cir-
25 culation du liquide dans l'une ou l'autre des cuves.

Pour mieux faire comprendre l'objet de l'invention, on va en décrire maintenant, à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, un mode de réalisation et des variantes, représentés sur le dessin annexé. Sur ce dessin :

- 30 - la figure 1 est une coupe axiale schématique d'un digesteur selon l'invention ;
- la figure 2 est une élévation schématique partielle, selon II-II de la figure 1 ;
- la figure 3 est une coupe schématique selon
35 III-III de la figure 2 ;
- la figure 4 représente le schéma d'une installation de commande de trois digesteurs selon l'invention.

On se réfère d'abord aux figures 1 à 3. Sur la figure 1, on a représenté une cuve de digesteur, destinée à

recevoir des fumiers et des pailles pour la production de méthane. La cuve, qui a une section droite rectangulaire, est construite en béton ou en matière plastique. Elle a un fond rectangulaire 101 et quatre parois latérales 102, dont
5 l'une présente, au niveau du fond, une ouverture normalement fermée par une porte 103, par exemple une porte métallique montée sur un châssis convenable solidaire de la paroi, afin de permettre la vidange des matières solides et le passage d'un homme lors de l'installation ou de l'entretien.

10 La partie supérieure de la cuve comporte, sur toute sa périphérie, une rigole 104 obtenue par formation locale d'une double paroi à la partie supérieure des parois 102. Le rebord périphérique vertical 105 d'une plaque 106 formant couvercle d'étanchéité, réalisée par exemple en métal ou en
15 matière plastique, est disposé dans cette rigole 104, qui contient de l'eau. De cette manière, un joint hydraulique est formé sur toute la périphérie du couvercle et assure l'étanchéité parfaite du volume interne de la partie supérieure de la cuve, entre les parois et le couvercle. Une barre 107 de
20 fixation empêche le soulèvement intempestif du couvercle 106. Un conduit 108 est fixé de façon étanche sur le couvercle et comporte une vanne.

A l'intérieur de la cuve et à une certaine distance au dessus de son fond 101, un plancher métallique
25 ajouré 109 repose sur des entretoises 110 et il est destiné à supporter la masse de matière cellulosique 112 entassée dans la cuve ; ce plancher 109 délimite au-dessous de lui un espace 111 d'accumulation de liquide. La porte 103 est traversée par un conduit 121 muni d'une vanne 113 permettant la
30 communication entre l'espace 111 d'accumulation de liquide et l'extérieur de la cuve. Ce conduit permet aussi l'introduction d'air, chauffé de préférence, nécessaire à une fermentation aérobie initiale, comme décrit plus loin.

Le volume contenant les matières cellulosiques
35 112 est délimité à sa partie supérieure par un organe de contention 114, constitué d'une grille horizontale amovible empêchant la remontée des matières cellulosiques au-dessus d'elle ; l'espace compris entre cet organe 114 et le couvercle 106 constitue un volume 115 d'accumulation de méthane.

Ce dernier peut être recueilli par l'intermédiaire du conduit 108.

Un conduit 116 assure la communication entre l'espace 111 d'accumulation de liquide et la partie supérieure de la cuve située au-dessus de l'organe 114 de contention. Plus précisément, ce conduit 116, constitué, par exemple, d'un tube métallique, se raccorde au conduit qui porte la vanne 113 et comprend une pompe 117. Celle-ci refoule le liquide, qu'elle pompe, dans une canalisation 119 qui alimente un dispositif 120 de répartition du liquide pompé ; cette répartition est réalisée par arrosage sur la plus grande partie de la surface de l'organe 114 de contention.

Dans le mode de réalisation représenté, le chauffage du contenu de la cuve est effectué à l'aide d'un échangeur constitué par un serpentin 118 placé dans l'espace 111 ; dans ce serpentin circule un fluide de chauffage, par exemple de l'eau chaude.

Les figures 2 et 3 montrent que le conduit 121, qui est muni de la vanne 113, passe dans un orifice de la porte 103 à laquelle il est fixé de manière étanche. Une crépine 122 est placée à l'intérieur de la cuve, dans l'espace 111, afin de retenir les matières solides éventuellement présentes. Sur la figure 3, on voit qu'un raccord permet la fixation du conduit 116. La vanne 113 (ou une tubulure raccordée au conduit 121) peut être utilisée, au début de la fermentation, pour l'introduction d'air chaud afin d'accélérer une fermentation aérobie. Le serpentin de chauffage 118 traverse la porte 103 par un trou d'entrée et un trou de sortie désignés par 124 sur le dessin.

Dans une variante du mode de réalisation de la figure 1, les problèmes qui peuvent être posés par l'étanchéité des trous 124 au niveau de la porte 103 et par la difficulté de manutention au niveau de ces trous, lors de l'ouverture et de la fermeture de la porte 103, sont supprimés par montage du dispositif de chauffage à l'extérieur de la cuve, par exemple sur le conduit 116.

Il faut, en outre, noter que la cuve est entourée d'une isolation thermique. Elle peut être notamment en partie enterrée.

On va décrire maintenant le fonctionnement du digesteur décrit précédemment.

Le digesteur doit d'abord être rempli. En conséquence, on retire d'abord la barre 107 et le couvercle 106
5 le dispositif 120 de répartition et, éventuellement, le conduit 119 de refoulement. On retire aussi l'organe de contention 114, afin que la partie supérieure de la cuve soit largement ouverte. La porte 103 et la vanne 113 sont fermées.

On introduit alors les fumiers ou les pailles par
10 la partie supérieure de la cuve, en les tassant au maximum afin que la quantité de matières organiques contenues soit aussi grande que possible. Le remplissage est interrompu à une hauteur telle que, lorsque l'organe 114 a été placé sur les matières 112, il puisse remonter d'une dizaine de centimètres. En effet, pendant la période initiale de 10 à 15 jours
15 de fermentation, la masse cellulosique fibreuse se gorge de gaz et son volume tend à augmenter. L'espace laissé pour la remontée de l'organe 114 permet ce gonflement et évite la détérioration de l'organe 114 et du dispositif de répartition
20 120.

La cuve étant remplie des matières cellulosiques, on arrose les pailles avec du purin récupéré à la suite de vidanges précédentes, afin que la masse soit humidifiée et que la fermentation aérobie commence. Celle-ci est accélérée
25 par injection d'air chaud introduit par la vanne 113. De cette manière, la fermentation démarre rapidement et les matières cellulosiques 112 atteignent une température de l'ordre de 60°C après deux ou trois jours. Le digesteur peut alors être utilisé pour la fermentation anaérobie.

A cet effet, la vanne 113 est fermée. Après mise
30 en place de la grille 114, la cuve est remplie avec le purin récupéré, éventuellement complété par de l'eau, afin que la matière solide 112 soit totalement noyée. Lorsque le dispositif de distribution 120 et le conduit 119 ont été remis en
35 place, le couvercle 106 est fermé, avec formation d'un joint hydraulique 104. La barre 107 maintient ensuite le couvercle 106.

Pendant une période de l'ordre de quatre jours, la masse de matière cellulosique est encore chaude car la

fermentation aérobie a dégagé de la chaleur. La fermentation est active et se poursuit naturellement. Le méthane sort par le conduit 108 ; une fois épuré afin que l'anhydride carbonique en soit extrait et après contrôle, il est dirigé vers un gazomètre de stockage avant utilisation.

Dès qu'un thermomètre placé à l'intérieur de la cuve indique que la température des matières solides à l'intérieur de la cuve est inférieure à 30°C, le réchauffage est commandé à l'aide du serpentín 118. L'eau qui circule dans celui-ci a une température de l'ordre de 50 à 60°C.

Selon l'invention, le réchauffage de la masse de matières cellulosiques et le brassage des colonies de levures sont assurés par mise en marche de la pompe 117, la vanne 113 étant mise en position ouverte. Par exemple, dans le cas d'une cuve de 200 m³, le débit de la pompe peut être de l'ordre de 4 m³/h. La pompe fonctionne généralement par intermittence.

Lorsque la fermentation anaérobie est pratiquement terminée, la cuve est vidangée. La vanne 113 est utilisée pour la vidange du purin, qui est récupéré pour permettre l'ensemencement d'une cuvée ultérieure. Les matières solides sont extraites par la porte 103 et sont récupérées afin d'être stockées ou utilisées comme fumier dont la richesse est supérieure à celle d'un fumier formé par fermentation à l'air libre.

A titre d'exemple, une cuve de 200 mètres cubes donne, par fermentation à 55°C, 800 m³ de méthane par 24 h environ. Pendant toute la durée de la fermentation, 1 m³ de fumier donne un volume de gaz d'environ 60 m³. La production moyenne, pour une fermentation complète effectuée en 30 jours au maximum, est donc de 2 m³ de gaz par jour et par m³ de digesteur.

La figure 4 représente une variante d'installation selon l'invention, dans laquelle plusieurs cuves 125, 126 et 127 ont en commun une pompe 128 et un organe de commande 129. Le conduit de la partie inférieure de chacune des cuves 125, 126, 127 est relié à l'admission de la pompe commune 128 par l'intermédiaire d'une électrovanne 130, chaque cuve ayant son électrovanne. Une électrovanne 131 est associée à chaque cuve et est montée sur le refoulement de

de la pompe 128. L'organe de commande 129 reçoit des signaux représentatifs de la température des matières solides à l'intérieur de chaque cuve 125, 126, 127, température qui est mesurée par un thermomètre 132 dans chacune des cuves.

5 L'organe 129 fait fonctionner la pompe 128 et ouvre une paire d'électrovannes 130, 131 correspondant à l'une des cuves 125, 126, 127 lorsque le thermomètre correspondant 132 indique que la température est insuffisante. L'organe 129 de commande peut aussi assurer le fonctionnement
10 des moyens de chauffage (non représentés sur la figure 4), qui sont soit incorporés à chaque cuve, soit placés le long du conduit appartenant à chacune des cuves, entre la cuve correspondante et l'électrovanne associée 130 ou 131. De cette manière, l'organe de commande 129 peut assurer un fonc-
15 tionnement optimal de plusieurs cuves, par mise en oeuvre d'un petit nombre de composants.

Le digesteur selon l'invention présente ainsi l'avantage de permettre le réglage des deux paramètres les plus importants dans les fermentations du type considéré. En
20 effet, la fermentation méthanique est optimale dans une plage très étroite de températures, n'excédant pas 8 à 10°C. Le digesteur selon l'invention permet un réglage très précis de cette température, grâce à la circulation du liquide chauffé, avec le débit voulu. De plus, l'appareil assure un brassa-
25 ge très important des levures, indispensable à l'obtention d'une fermentation homogène dans toute la masse des matières cellulosiques.

Il est bien entendu que l'appareil ci-dessus décrit pourra donner lieu à toute modification désirable, sans
30 sortir pour cela du cadre de l'invention. En particulier, pour les petites installations, le couvercle de la cuve peut être rendu mobile en translation dans le sens vertical de façon à définir un gazomètre au-dessus de la cuve proprement dite.

REVENDEICATIONS

1. Digesteur pour la fermentation cellulosique pour la production de méthane par fermentation anaérobie, comprenant au moins une cuve destinée à recevoir la matière cellulosique (112), une ou plusieurs ouvertures obturables pour le chargement et le déchargement de la matière dans la cuve, des moyens (108) pour transférer vers l'extérieur le méthane produit dans la cuve ou pour le stocker, un plancher ajouré (109) placé à une certaine distance au-dessus du fond (101) de la cuve et supportant la matière organique disposée dans la cuve de manière qu'un espace d'accumulation de liquide (111) soit délimité sous le plancher ajouré (109) et au-dessus du fond (101), des moyens de chauffage (118) du liquide de fermentation, au moins un conduit (116) s'étendant sensiblement sur la hauteur de la cuve et débouchant au-dessous du plancher ajouré (109), dans l'espace d'accumulation de liquide (111) pour prélever ledit liquide, et au moins un organe de contention (114) disposé vers le sommet de la cuve, ladite cuve étant obturée, à sa partie supérieure, par un couvercle (106) et l'étanchéité entre le couvercle (106) et la cuve étant assurée par un joint hydraulique (104), ledit digesteur étant caractérisé par le fait qu'il comporte au moins une pompe (117, 128) disposée sur au moins un conduit de prélèvement 116 extérieur à la cuve, conduit qui débouche, d'une part, sous le plancher ajouré (109) et, d'autre part, au-dessus de l'organe de contention (114).

2. Digesteur selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte un dispositif de répartition (120), qui est alimenté par le(s) conduit(s) (116) et projette le liquide pompé sur l'organe de contention (114).

3. Digesteur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il comporte un dispositif de mesure de température (132) placé dans le volume occupé par la matière cellulosique (112) qui peut par l'intermédiaire d'un organe de commande (129), provoquer le fonctionnement des moyens de chauffage (118).

4. Digesteur selon la revendication 3, caractérisé par le fait que l'organe de commande (129) est aussi destiné à commander le fonctionnement de la pompe (117, 128) en

fonction de la température de la cuve.

5. Digesteur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'il comporte, à la partie inférieure de la cuve, une porte d'accès (103), qui obture un orifice
5 formé dans la paroi (102) de la cuve et est munie d'un conduit portant au moins une vanne (113, 130), ledit conduit débouchant dans l'espace d'accumulation de liquide (111).

6. Digesteur selon la revendication 5, caractérisé par le fait que la vanne (113) permet aussi l'injection
10 d'air chaud à la base de la cuve.

7. Digesteur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que les moyens de chauffage (118) du liquide comportent un échangeur de chauffage à circulation placé dans l'espace d'accumulation de liquide (111).

8. Digesteur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que les moyens de chauffage du liquide comprennent un échangeur de chauffage monté sur le(s)
15 conduit(s) (116) de prélèvement de liquide, à l'extérieur de la cuve.

9. Digesteur selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait qu'il comprend plusieurs cuves (125, 126, 127) ayant chacune un conduit de prélèvement de liquide, ces conduits étant disposés en parallèle et ayant une partie commune contenant une pompe unique (128) pour
20 toutes les cuves, des électrovannes (130, 131) étant disposées sur chaque conduit, en amont et en aval de ladite partie commune.

10. Digesteur selon la revendication 9, caractérisé par le fait qu'il comporte un organe unique de commande
30 (129) de la pompe (128), recevant des signaux représentatifs de la température dans chaque cuve et destiné à commander les électrovannes (130, 131).

1/1

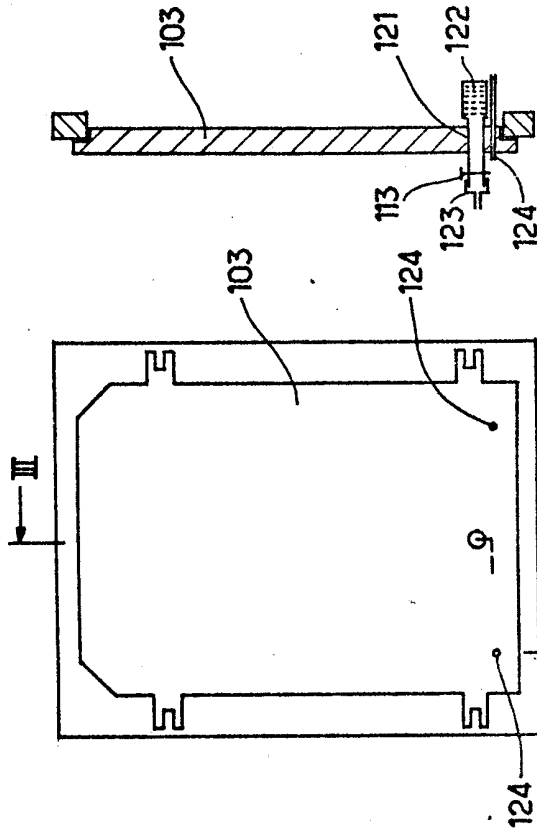


FIG. 3

FIG. 2

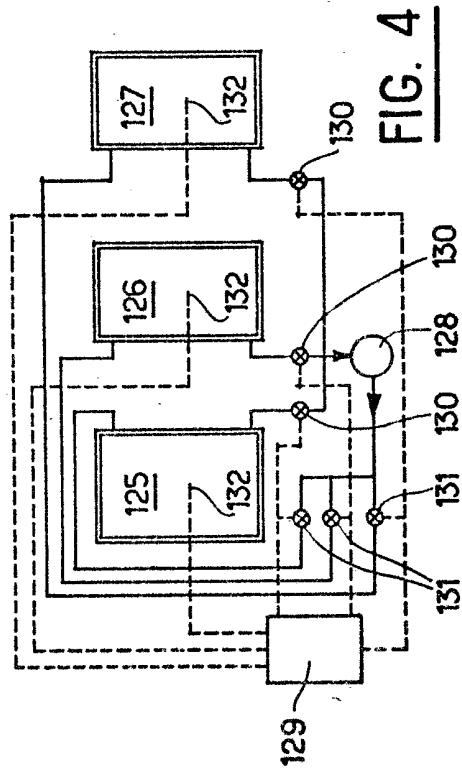


FIG. 4

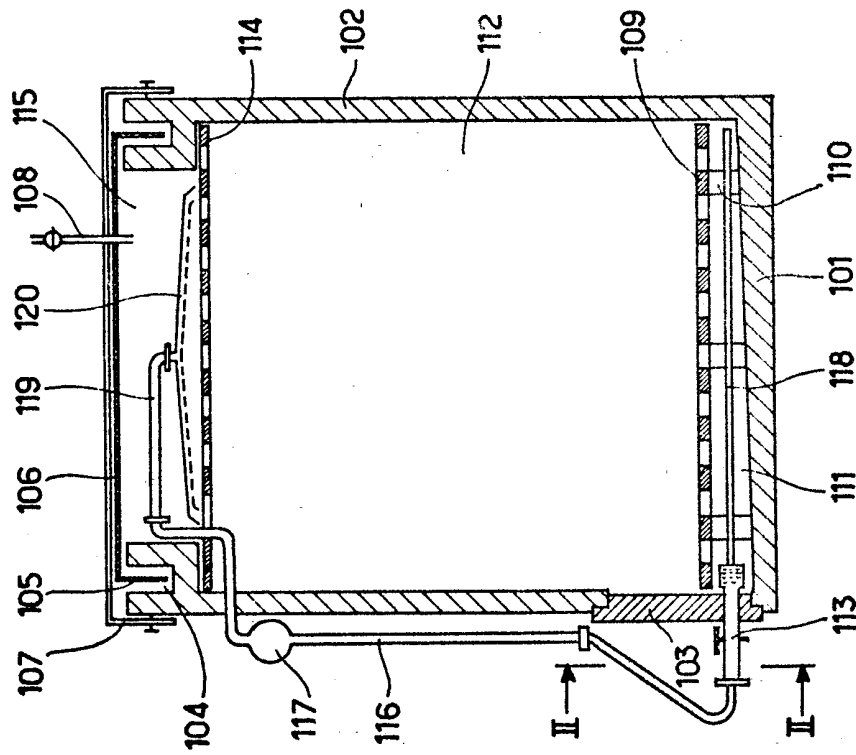


FIG. 1