



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
07.12.94 Patentblatt 94/49

⑤① Int. Cl.⁵ : **F26B 5/06**

②① Anmeldenummer : **87110955.9**

②② Anmeldetag : **29.07.87**

⑤④ Einrichtung zur Gefriertrocknung.

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
01.02.89 Patentblatt 89/05

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
07.12.94 Patentblatt 94/49

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
CH DE ES FR GB IT LI

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
DE-A- 3 107 241
FR-A- 784 430
FR-A- 1 586 349
FR-A- 2 461 213
GB-A- 552 821

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
GB-A- 1 008 814
GB-A- 1 024 866
US-A- 2 453 033
US-A- 3 648 379
US-A- 4 060 400

⑦③ Patentinhaber : **FINN-AQUA**
SANTASALO-SOHLBERG GmbH
Kalscheurener Strasse 92
D-50354 Hürth (DE)

⑦② Erfinder : **Steinkamp, Heinrich**
Im Garten 7
D-5000 Köln 50 (DE)

⑦④ Vertreter : **Leineweber, Jürgen, Dipl.-Phys.**
Nagelschmiedshütte 8
D-50859 Köln (DE)

EP 0 301 117 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Gefriertrocknung mit einer evakuierbaren Kammer und einem Evakuierungssystem.

Die Gefriertrocknung wird in erster Linie zur Konservierung temperaturempfindlicher Produkte eingesetzt, deren Eigenschaften erhalten bleiben sollen. In den Bereichen Pharmazie, Biologie und Medizin findet die Gefriertrocknung ihr Hauptanwendungsgebiet.

Der übliche Gefriertrocknungsprozeß läuft etwa folgendermaßen ab: Nach dem Einfrieren des Wasser enthaltenden Produktes findet die Sublimation des in Eisform vorliegenden Wassers statt, und zwar unter Vakuum (etwa 10^{-1} mbar). Nach dieser Haupttrocknung findet die Nachtrocknung statt, während der die adsorptiv gebundene Feuchtigkeit entfernt wird, um extrem niedrige Restfeuchten zu erzielen. Während der Nachtrocknung wird das Produkt unter Einhaltung zulässiger Temperaturgrenzen erwärmt. Der Druck, bei dem die Nachtrocknung stattfindet, liegt bei etwa 10^{-3} mbar.

Da die Gefriertrocknung im Chargenbetrieb durchgeführt wird, ist man bemüht, die Chargen möglichst groß zu wählen. Entsprechend hoch ist dann auch der Wert der Chargen. Es ist inzwischen durchaus üblich, mit Chargen zu fahren, deren Wert über 100 TDM liegt. Der Verlust der Charge infolge eines Störfalles führt deshalb zu empfindlichen Verlusten.

Folgende, eine Produktcharge gefährdende Störfälle können eintreten:

- Ausfall der Verdichter-Kältemaschinen, die die Produktstellflächen in der Vakuumkammer und die Kondensationsflächen im Kondensator mit Kühlmittel versorgen; dabei kann der Kältemittelverdichter selbst defekt gehen oder ein Verlust des Kältemittels aus dem Kältekreislauf eintreten;
- Stromausfall, komplett oder teilweise;
- Ausfall der Kühlung der Verflüssiger im Kühlmittelkreislauf der Kältemittelverdichter, wenn zum Beispiel die Wasserversorgung ausfällt;
- Ausfall der Anlagensteuerung.

Sämtliche dieser angegebenen Störfälle haben einen Ausfall der Kondensatorkühlung und damit einen Ausfall der Pumpleistung des Evakuierungssystems zur Folge. Da dem zu trocknenden Produkt während der Trocknung die für die Sublimation des Wassers erforderliche Energie in Form von Wärme zugeführt werden muß, führt ein Ausfall des Evakuierungssystems zu einer Erwärmung des Produktes, da vom Produkt abgegebener Wasserdampf nicht mehr abgepumpt wird. Gleichzeitig mit einem Druckanstieg in der Gefriertrocknungskammer beginnt das Produkt aufzutauen. Dieser Vorgang führt insbesondere bei hochempfindlichen Medikamenten zu Qualitätsverlusten, unter Umständen zum Verlust der kompletten

Gefriertrocknungscharge.

Aus der US-A-24 53 033 ist eine Gefriertrocknungseinrichtung mit einer Kammer, in der sich Stellflächen für das zu gefriertrocknende Produkt befinden, mit einem aus Kondensator und Vakuumpumpe bestehenden Evakuierungssystem sowie mit einer dreistufigen Kältemaschine bekannt. Im Kondensator befinden sich zwei der Evakuierung der Kammer dienende Kondensationsflächen, die auf unterschiedlichen Temperaturen gehalten werden. Beide Kondensationsflächen werden während des normalen Betriebs der Gefriertrocknungsanlage von der dreistufigen Kältemaschine mit Kühlmitteln versorgt. Maßnahmen zur Rettung einer Charge bei einem Störfall sind offenbart.

Aus der DE-A-31 07 241 ist es bekannt, zur Versorgung des Kondensators, der der Evakuierung einer Gefriertrocknungskammer dient, mehrere Kältemaschinen einzusetzen. Eine der Kältemaschinen wird nur dann eingeschaltet ("stand by"), wenn Störfälle an den anderen Kältemaschinen auftreten. Eine derartige Lösung ist technisch aufwendig. Außerdem ist ihr Betriebsverhalten träge, wenn jedem der Kälteaggregate eine separate Kondensationsfläche zugeordnet ist. In kritischen Phasen des Gefriertrocknungsprozesses können Produkt-Qualitätsverluste bereits dann auftreten, wenn von der Betriebskondensationsfläche auf die Reservekondensationsfläche umgeschaltet wird. Die Reservekondensationsfläche hat nicht sofort ihre Betriebstemperatur, so daß ein unzulässig hoher Druckanstieg in der Kammer unvermeidlich ist. Schließlich kann die "stand by"-Kältemaschine bei einem Stromausfall oder bei einem Ausfall der Anlagensteuerung ihren Betrieb gar nicht erst aufnehmen.

Zum Stand der Technik gehört außerdem noch der Inhalt der US-A-40 60 400. Dieses Dokument offenbart einen Lastwagen mit einem Kühlbehälter und einer Kältemaschine. Im Kühlbehälter des Lastwagens werden Nahrungsmittel transportiert, und zwar bei Normaldruck. Bei besonderen Temperaturverhältnissen oder bei einem Ausfall der Kältemaschine wird flüssiger Stickstoff in den Kühlbehälter eingespritzt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gefriertrocknungseinrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der die Produktchargen nicht mehr durch Störfälle der beschriebenen oder einer ähnlichen Art gefährdet sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Bei einem Störfall wird das Ventil zwischen der weiteren Kondensationsfläche im Kondensator und dem Vorratsbehälter geöffnet, so daß das Kältemittel in die Kondensationsfläche einströmt. Die weitere Kondensationsfläche übernimmt damit die Pumpwirkung. Das Vakuum in der Gefriertrocknungskammer bleibt betriebsmittelunabhängig erhalten, so daß die

Gefahr des An- oder Auftauens des Produktes nicht besteht. Die zusätzliche Kondensationsfläche kann in der Gefriertrocknungskammer, in dem üblicherweise an die Gefriertrocknungskammer angeschlossenen Kondensator oder auch in einer separaten Kammer untergebracht sein.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand eines in der Figur schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert werden.

Die in der Figur dargestellte Einrichtung zur Gefriertrocknung umfaßt die Vakuumkammer 1 mit den Stellflächen 2, auf denen sich das Produkt während des Ablaufs des Gefriertrocknungsprozesses befindet. Üblicherweise sind die Stellflächen 2 sowohl kühlbar als auch aufheizbar. Dazu sind die Stellflächen 2 mit im einzelnen nicht dargestellten Hohlräumen ausgerüstet, die von einem Temperiermittel (zum Beispiel Silikonöl) durchströmt werden. Der Temperierkreislauf ist strichpunktiert eingezeichnet und mit 3 bezeichnet. In diesen Temperaturkreislauf 3 sind die Stellplatten 2 parallel zueinander und die Förderpumpe 4 eingeschaltet. Soll das umströmende Kältemittel gekühlt werden, dann wird die Verdichter-Kältemaschine 5 in Betrieb gesetzt. Die Verdichter-Kältemaschine 5 befindet sich im Kältemittelkreislauf 6, der üblicherweise den mit Wasser gekühlten Verflüssiger 7, den Wärmetauscher 8 und das Ventil 9 umfaßt. Der Verflüssiger 7 ist vorzugsweise wassergekühlt. Der Wärmetauscher 8 ist in den Temperierkreislauf 3 eingeschaltet. Häufig werden mehrere Verdichter-Kältemaschinen an dieser Stelle eingesetzt, um entweder den Betrieb zu sichern (getrennte Kreisläufe) oder tiefere Temperaturen zu erreichen (Kaskadenschaltung). Auch der Einsatz einer anderen Kältemaschine (zum Beispiel Adsorptionskältemaschine) ist möglich.

Die Erwärmung der Stellplatten 2 erfolgt üblicherweise mittels einer im einzelnen nicht dargestellten elektrischen Beheizung des im Temperierkreislauf 3 umlaufenden Temperiermittels. Auch die Verwendung der Abwärme der Kältemaschinen oder der Einsatz dampfbeheizter Wärmetauscher ist möglich.

An die Vakuumkammer 1 ist ein Evakuierungssystem 11 angeschlossen, das einen Kondensator 12 und eine Vakuumpumpe 13 (Gasballastpumpe) umfaßt. In der Verbindungsleitung 14 zwischen Vakuumkammer 1 und Kondensator 12 befindet sich das Ventil 15. Zwischen Kondensator 12 und Vakuumpumpe 13 erstreckt sich die Leitung 16 mit dem Ventil 17.

Innerhalb des Kondensators 12 sind eine oder mehrere Kondensationsflächen 18 untergebracht, die während des Normalbetriebs der Gefriertrocknungsanlage der Entfernung von Wasserdampf aus der Kammer 1 dienen. Die Kondensationsflächen bestehen üblicherweise aus Rohrschlangen, die von dem Kältemittel (zum Beispiel Fluorchlorkohlenwasserstoffe) durchströmt sind. Die Außenflächen dieser Rohrschlangen bilden die eigentlichen Kondensations-

flächen. Der Versorgung der Kondensationsflächen 18 mit Kältemittel dient ebenfalls die Verdichter-Kältemaschine 5. Über die Leitungen 19 und 21 mit dem Ventil 22 sind die Kondensationsflächen 18 an den Kältemittelkreislauf 6 anschließbar.

Im Kondensator 12 befindet sich eine weitere Kondensationsfläche 23, die über die Leitung 24 mit dem Ventil 25 an den unteren Bereich eines Vorratsbehälters 26 angeschlossen ist. Der Vorratsbehälter 26 enthält ein niedrigsiedendes Kältemittel 27, beispielsweise flüssigen Stickstoff. Weiterhin ist an den unteren Bereich des Vorratsbehälters 26 die Leitung 28 angeschlossen, die in seinen oberen Bereich oberhalb des Kältemittelspiegels mündet. In dieser Leitung sind ein Verdampfer 29 und ein Druckregelventil 31 eingeschaltet. Mit Hilfe dieser Elemente kann innerhalb des Vorratsbehälters 26 ein bestimmter Druck, beispielsweise einige Bar, vorzugsweise 3 bar, aufrechterhalten werden. Eine Alternative, bei der sich die weitere Kondensationsfläche innerhalb der Kammer 1 befindet, ist gestrichelt dargestellt. Die über das Ventil 25 mit dem Vorratsbehälter 26 verbundene Leitung 24' mündet in die Kondensationsfläche 23', die neben den Stellplatten 2 angeordnet ist.

Die dargestellte Gefriertrocknungseinrichtung arbeitet folgendermaßen: Nach einem Sterilisationsvorgang wird das Produkt in die Kammer 1 eingebracht und eingefroren. Dazu wird das im Temperierkreislauf 3 strömende Temperiermittel mit Hilfe der Verdichter-Kältemaschine 5 auf entsprechend niedrige Temperaturen gebracht. Das Ventil 15 ist während der Einfrierphase geschlossen.

Zur Durchführung der Haupttrocknung werden die Ventile 15 und 17 geöffnet und das im Temperierkreislauf 3 strömende Temperiermittel aufgewärmt. Dazu wird das Ventil 9 im Kältemittelkreislauf 6 geschlossen und die nicht dargestellte Beheizung in Betrieb gesetzt.

Die Kammer 1 wird auf einen Druck von etwa 10^{-1} mbar evakuiert. Der Entfernung der relativ großen Wasserdampfmengen dienen bei Normalbetrieb die Kondensationsflächen 18, die mit Hilfe der Verdichter-Kältemaschine 5 gekühlt werden. Geringe Mengen noch vorhandener Permanentgase durchströmen den Kondensator 12 und werden mit Hilfe der Gasballastpumpe 13 entfernt.

Tritt einer der eingangs beschriebenen Störfälle ein, dann fällt die Kühlung für die Kondensationsflächen 18 aus. Das Saugvermögen für Wasserdampf nimmt ab und geht relativ schnell auf 0 zurück. Der aus dem Produkt entweichende Wasserdampf wird nicht mehr abgeführt. Da das Temperiermittel im Temperierkreislauf 3 während der Haupt- und der Nach Trocknung warm ist (Zimmertemperatur oder etwas darüber), beginnt sofort eine Erwärmung des auf den Stellplatten 2 befindlichen Produktes. Taut das Produkt an oder auf, tritt häufig ein Qualitätsverlust oder gar eine Veränderung ein, durch die das Produkt

unbrauchbar wird.

Um bei einem Störfall dieser Art das Wasserpumpsaugvermögen des Kondensators 12 betriebsmittelunabhängig, das heißt, unabhängig von den beim Normalbetrieb der Gefriertrocknungsanlage erforderlichen Mittel wie Strom, Wasser und dergleichen, aufrechterhalten zu können, ist im Kondensator 12 die Kondensationsfläche 23 vorgesehen. Durch Öffnen des Ventils 25 gelangt das niedrigsiedende Kältemittel 27 von unten in die die Kondensationsfläche 23 bildende Rohrschlange, verdampft dort und kühlt damit die Kondensationsfläche 23 sehr schnell auf relativ tiefe Temperaturen ab. Das verdampfte Kältemittel wird über die Leitung 32 zum Beispiel in die Atmosphäre abgeführt. Die Kondensationsfläche 23 wird wirksam, bevor das Wasserdampfsaugvermögen der Kondensationsflächen 18 maßgeblich abgenommen hat. Das Wasserdampfsaugvermögen des Kondensators 12 bleibt damit betriebsmittelunabhängig erhalten, und zwar bis zum endgültigen Verbrauch des Kältemittels im Vorratsbehälter 26.

Bei einer entsprechenden Wahl der Größe des Vorrats an Kältemittel 27 kann deshalb die Notkühlung ausreichend lange aufrechterhalten werden, um den eingetretenen Störfall beheben zu können.

Bei Eintritt eines Störfalles muß das Ventil 15 seine offene Stellung behalten, das Ventil 17 schließen und das Ventil 25 öffnen. Zweckmäßigerweise sind diese Ventile deshalb mit elektrischen oder elektropneumatischen Betätigungseinrichtungen ausgerüstet, die derart ausgebildet sind, daß die Ventile 15 und 25 bei Stromausfall ihre Offenstellung und das Ventil 17 bei Stromausfall seine Schließstellung einnehmen. Eine sichere Funktion der Notkühleinrichtung wird dadurch erreicht.

Bei der gestrichelt dargestellten Alternativlösung öffnet sich ebenfalls im Störfall das Ventil 25, während das Ventil 15 schließt. Das Kältemittel 27 strömt über die Leitung 24' in die Kondensationsfläche 23', verdampft dort und wird über die Leitung 32' in die Atmosphäre abgeführt. Unmittelbar nach dem Eintritt des Störfalles wird die Kondensationsfläche 23' ausreichend kalt, um das Vakuum in der Kammer 1 aufrechtzuerhalten. Die darin befindliche Produktcharge ist somit nicht gefährdet.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Gefriertrocknung

- mit einer evakuierbaren Kammer (1), in der sich Stellflächen (2) für das gefrierzutrocknende Produkt befinden,
- mit einem an die Kammer (1) über eine Leitung (14) angeschlossenen Evakuierungssystem (11), das einen Kondensator (12) mit mindestens einer Kondensationsfläche (18) sowie eine über eine Leitung (16) an

den Kondensator angeschlossene Vakuumpumpe (13) umfaßt,

- mit einer Kältemaschine (5), die die Kondensationsfläche (18) mit einem Kältemittel versorgt, und
- mit einer zusätzlichen, von der Kältemaschine (5) unabhängigen Kondensationsfläche (23, 23'), die über ein Ventil (25) an einen Vorratsbehälter (26) mit einem niedrigsiedenden Kältemittel (27) angeschlossen ist und die sich entweder im Kondensator (12, Kondensationsfläche 23), in der Kammer (1, Kondensationsfläche 23') oder in einer separaten Kammer befindet.

2. Einrichtung nach Anspruch 1 mit einer in der Kammer (1) befindlichen zusätzlichen Kondensationsfläche (23') und mit einem in der Leitung (14) zwischen der Kammer (1) und dem Kondensator (12) befindlichen Ventil (15).

3. Einrichtung nach Anspruch 2, bei der das zwischen der Kammer (1) und dem Kondensator (12) befindliche Ventil (15) sowie das zwischen der zusätzlichen Kondensationsfläche (23') und dem Vorratsbehälter (26) befindliche Ventil (25) mit elektrischen oder elektropneumatischen Betätigungseinrichtungen ausgerüstet sind, derart, daß bei Stromausfall das Ventil (15) seine Schließstellung und das Ventil (25) seine Offenstellung einnehmen bzw. beibehalten.

4. Einrichtung nach Anspruch 1 mit einer im Kondensator (12) befindlichen zusätzlichen Kondensationsfläche (23) und mit jeweils zwischen Kammer (1) und Kondensator (12) sowie in der Leitung (16) zwischen Kondensator (12) und Vakuumpumpe (13) befindlichem Ventil (15) bzw. (17).

5. Einrichtung nach Anspruch 4, bei der das zwischen der Kammer (1) und dem Kondensator (12) befindliche Ventil (15), das zwischen Kondensator (12) und Vakuumpumpe (13) befindliche Ventil (17) sowie das zwischen der zusätzlichen Kondensationsfläche (23) und dem Vorratsbehälter (26) befindliche Ventil (25) mit elektrischen oder elektropneumatischen Betätigungseinrichtungen ausgerüstet sind, derart, daß bei Stromausfall das Ventil (17) seine Schließstellung und die Ventile (15) und (25) ihre Offenstellung einnehmen bzw. beibehalten.

6. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der dem Vorratsbehälter (26) für das flüssige Kältemittel (27) Mittel (28, 29, 31) zugeordnet sind, die der Erzeugung eines erhöhten Behälterinnendruckes dienen.

7. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Kältemittel (27) im Vorratsbehälter (26) flüssiger Stickstoff ist.

Claims

1. Freeze-drying apparatus

- having an evacuation chamber (1) containing shelves (2) for the product to be freeze-dried,
- having an evacuation system (11) that is connected to the chamber (1) via a pipe (14), this evacuation system being comprised of one condenser (12) with at least one condensation surface (18) and of a vacuum pump (13) connected to the condensor via a pipe (16),
- having a refrigeration apparatus (5) which supplies the condensation surface (18) with a cooling agent, and
- having an additional condensation surface (23, 23') that is independent of the refrigeration apparatus (5), this condensation surface being connected through a valve (25) to a storage tank (26) of the low boiling point cooling agent (27) and this condensation surface being located either inside the condensor (12, condensation surface 23), inside the chamber (1, condensation surface 23') or inside a separate chamber.

2. Apparatus in accordance with claim 1 having an additional condensation surface (23') inside the chamber (1) and with a valve (15) in the pipe (14) between the chamber (1) and the condensor (12).

3. Apparatus in accordance with claim 2 wherein the valve (15) between the chamber (1) and the condensor (12) as well as the valve (25) between the additional condensation surface (23') and the storage tank (26) are equipped with electrical or electro-pneumatic actuating devices in such a way that, upon loss of power, the valve (15) closes or remains in the closed position and the valve (25) opens or remains in the open position.

4. Apparatus in accordance with claim 1 having an additional condensation surface (23) inside the condensor (12) and with a valve (15) and (17), respectively, between the chamber (1) and the condensor (12) and in the pipe (16) between the condensor (12) and the vacuum pump (13).

5. Apparatus in accordance with claim 4 wherein the valve (15) between the chamber (1) and the condensor (12), the valve (17) between condensor (12) and vacuum pump (13) as well as the

valve (25) between the additional condensation surface (23) and the storage tank (26) are equipped with electrical or electro-pneumatic actuating devices in such a way that, upon loss of power, the valve (17) closes or remains in the closed position and the valves (15) and (25) open or remain in the open position.

6. Apparatus in accordance with any one of the previous claims wherein the storage tank (26) of the liquid cooling agent is equipped with devices (28, 29, 31) which serve to create an increased pressure inside the tank.

7. Apparatus in accordance with any one of the previous claims wherein the cooling agent (27) in the storage tank (26) is liquid nitrogen.

Revendications

1. Installation de lyophilisation comportant:

- une chambre à vide (1), dans laquelle se trouvent des étagères (2) pour le produit à lyophiliser
- un système à vide (11) relié à la chambre (1) par une conduite (14), qui comprend un condenseur (12) avec au minimum une surface de condensation (18) ainsi qu'une pompe à vide (13) reliée au condenseur par une conduite (16)
- un groupe frigorifique (5), qui approvisionne la surface de condensation (18) en frigorigène et
- une surface de condensation (23, 23') supplémentaire, indépendante du groupe frigorifique (5) qui est reliée par une vanne (25) à un réservoir (26) à frigorigène (27) à bas point d'ébullition et qui se trouve soit dans le condenseur (12, surface de condensation 23), dans la chambre (1, surface de condensation 23') soit dans une chambre à part.

2. Installation selon la revendication 1 caractérisée par une surface de condensation supplémentaire (23') se trouvant dans la chambre (1) et une vanne (15) se trouvant dans la conduite (14) entre la chambre (1) et le condenseur (12).

3. Installation selon la revendication 2 caractérisée par le fait que la vanne (15) se trouvant entre la chambre (1) et le condenseur (12) ainsi qu'une vanne (25) se trouvant entre la surface de condensation supplémentaire (23') et le réservoir (26) sont équipées de dispositifs de commande électriques et électro-pneumatiques, de telle sorte qu'en cas de panne de courant, la vanne (15)

puisse se fermer et la vanne (25) s'ouvrir et maintenir cette position.

4. Installation selon la revendication 1 caractérisée par une surface de condensation (23) supplémentaire se trouvant dans le condenseur (12) et deux vannes (15) et (17) se trouvant respectivement entre la chambre (1) et le condenseur (12) et dans la conduite (16) entre le condenseur (12) et la pompe à vide (13). 5 10
5. Installation selon la revendication 4, caractérisée par le fait que la vanne (15) se trouvant entre la chambre (1) et le condenseur (12), la vanne (17) se trouvant entre le condenseur (12) et la pompe à vide (13) ainsi que la vanne (25) se trouvant entre la surface de condensation (23) et le réservoir (26) sont équipées de dispositifs de commande électriques ou électropneumatiques, de sorte qu'en cas de panne de courant, la vanne (17) puisse se fermer et les vannes (15) et (25) s'ouvrir et maintenir cette position. 15 20
6. Installation selon l'une des revendications précédentes caractérisée par le fait que le réservoir (26) pour le frigorigène liquide (27) est muni de moyens (28, 29, 31) visant à produire une pression interne supérieure du réservoir. 25
7. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le frigorigène (27) dans le réservoir (26) est de l'azote liquide. 30

35

40

45

50

55

