

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 550 748 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

11.09.1996 Bulletin 1996/37

(21) Numéro de dépôt: **92917729.3**

(22) Date de dépôt: **24.07.1992**

(51) Int Cl.⁶: **F25B 17/08, F25B 35/04**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR92/00736

(87) Numéro de publication internationale:
WO 93/03314 (18.02.1993 Gazette 1993/05)

(54) **INSTALLATION POUR PRODUIRE DU FROID PAR REACTION SOLIDE/GAZ, LE REACTEUR
COMPORTANT DES MOYENS DE REFROIDISSEMENT**

KÄLTEERZEUGUNGSANLAGE MITTELS EINER REAKTION ZWISCHEN EINEM FESTEN
KÖRPER UND EINEM GAS, UND VON KÜHLMITTELN VERSEHENER REAKTOR

SOLID/GAS REACTION COOLING PLANT HAVING A REACTOR EQUIPPED WITH COOLING
MEANS

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(30) Priorité: **26.07.1991 FR 9109498**

(43) Date de publication de la demande:
14.07.1993 Bulletin 1993/28

(73) Titulaire: **ELF AQUITAINE
F-92400 Courbevoie (FR)**

(72) Inventeur: **Bernier, Jacques
F-78800 Houilles (FR)**

(74) Mandataire: **Timoney, Ian Charles Craig
Elf Aquitaine Production
Département Propriété Industrielle
Tour Elf
Cédex 45
92078 Paris La Défense (FR)**

(56) Documents cités:

DE-C- 630 064	FR-A- 730 660
FR-A- 2 615 601	US-A- 1 954 056
US-A- 2 236 575	US-A- 2 269 099
US-A- 2 276 947	US-A- 2 287 172
US-A- 2 370 643	US-A- 2 452 635
US-A- 2 461 262	US-A- 2 587 996

EP 0 550 748 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne une installation pour produire du froid mettant en oeuvre un solide et un gaz (ou fluide).

L'installation connue met en oeuvre par exemple une réaction entre un sel tel que du $MnCl_2$ et un gaz tel que de l'ammoniac (NH_3), comme décrit par exemple dans le brevet français 2 615 601.

Cette installation comprend un ou plusieurs réacteurs renfermant le solide, qui sont reliés à un évaporateur et un condenseur par des tubulures dans lesquelles circule le gaz.

L'intérêt de ce type d'installation réside dans le fait que la source de chaleur nécessaire à son fonctionnement peut être fournie par de l'énergie thermique, contrairement aux installations frigorifiques classiques à compresseur.

Les installations à réaction solide/gaz du type précité comportent des réacteurs à ailettes coopérant avec des ventilateurs pour les refroidir.

Ce mode de refroidissement présente notamment les inconvénients suivants :

- il augmente l'inertie thermique du réacteur ainsi que les pertes thermiques lors de la phase de chauffage des réacteurs,
- il augmente l'encombrement de l'installation, notamment du fait que chaque réacteur doit être associé à un ventilateur,
- il ne permet pas d'obtenir une installation compacte pouvant être disposée n'importe où, du fait de la présence des ventilateurs.

L'invention peut s'appliquer également aux installations de production de froid mettant en oeuvre une adsorption entre un solide tel qu'un zéolithe et un fluide tel que de l'eau.

Le document US 2 587 996 décrit une installation pour produire du froid par absorption comprenant deux absorbeurs, un condenseur et un évaporateur pour le gaz de réaction, ainsi qu'un condenseur secondaire destiné à traiter le fluide de refroidissement des absorbeurs.

Le but de la présente invention est de remédier aux inconvénients des installations frigorifiques connues ci-dessus.

L'invention vise ainsi une installation pour produire du froid, mettant en oeuvre une réaction entre un solide (s) et un gaz (G), comprenant au moins deux enceintes (R1, R2) renfermant un solide (S1, S2) et comprenant chacune des moyens de refroidissement, reliés par des tubulures à un condenseur dont le rôle est d'évacuer à l'extérieur les chaleurs de réaction ou de condensation, les transferts de chaleur entre le condenseur et les enceintes (R1, R2) s'effectuant par un fluide en changement de phase, les moyens de refroidissement comprenant chacun un échangeur de chaleur ayant comme fluide

de refroidissement le gaz (G) utilisé dans la réaction avec le solide (S).

Suivant l'invention les échangeurs de chaleur et les enceintes (R1, R2) sont reliés directement au condenseur unique de l'installation qui forme le seul élément servant à condenser le fluide de refroidissement, ainsi que le gaz de la réaction.

L'installation selon l'invention présente ainsi les avantages suivants :

L'inertie thermique du réacteur est beaucoup plus faible que dans les réacteurs à ailettes refroidis par un ventilateur.

Lors de la phase de chauffage du réacteur, les pertes thermiques sont diminuées.

Un échangeur condenseur unique peut refroidir plusieurs réacteurs, ce qui permet de réduire l'encombrement de l'installation.

De plus, l'évacuation de la chaleur peut être localisée n'importe où, ce qui facilite l'implantation de l'installation, par exemple dans un véhicule routier.

L'enveloppe définissant une enceinte autour du réacteur assure une isolation thermique qui, outre la réduction des pertes thermiques, évite qu'en cas de très basse température extérieure, le sel contenu dans le réacteur ne se trouve à une température insuffisante par rapport à l'équilibre thermique.

Par ailleurs, la suppression des ventilateurs associés à chaque réacteur, réduit les dépenses d'énergie ainsi que le bruit de fonctionnement.

Selon une version avantageuse de l'invention, ledit condenseur est relié à l'enceinte par une première tubulure communiquant avec la partie inférieure de l'enceinte et munie d'une vanne, une seconde tubulure étant reliée à la partie supérieure de l'enceinte.

Le fluide frigorigène peut être l'ammoniac, lorsqu'il s'agit d'une réaction entre un sel tel que le $MnCl_2$ et NH_3 . L'installation selon l'invention est ainsi une conception très simple. De plus, elle ne comporte qu'un seul fluide à savoir l'ammoniac, ce qui facilite les remplissages.

De plus, l'ammoniac présente l'avantage de présenter une forte chaleur latente de vaporisation et ne présente aucun risque de gel ou de décomposition dans une très large gamme de températures.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci après.

Aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- La figure 1 est le schéma d'une version d'une installation frigorifique, qui ne fait pas partie de l'invention.
- La figure 2 est le schéma d'une version d'une installation frigorifique selon l'invention.
- La figure 3 est le schéma d'une autre version d'une installation frigorifique, ces différentes versions étant décrites pour la bonne compréhension de l'invention,

- La figure 4 est le schéma d'une installation frigorifique à trois réacteurs selon l'invention, et
- La figure 5 est le schéma d'une autre installation frigorifique à trois réacteurs, également décrite pour la bonne compréhension de l'invention, mais ne faisant pas partie de l'invention.

Dans la réalisation de la figure 1, l'installation pour produire du froid mettant en oeuvre une réaction entre un solide et un gaz, comprend un réacteur R renfermant le solide S et relié à un évaporateur E et un condenseur C par des tubulures 100, 200 dans lesquelles circule un fluide G.

Les moyens pour assurer le refroidissement du réacteur R comprennent une enveloppe 300 entourant la paroi 400 du réacteur R et définissant avec celle-ci une enceinte 500 remplie d'un fluide frigorigène reliée par des tubulures 600, 700 à un condenseur 900 qui est en condition d'échange thermique avec un ventilateur 110. Un ventilateur 110 est également associé à l'évaporateur E et au condenseur C.

L'enceinte 500 constitue ainsi un évaporateur. Le condenseur 900 est relié à l'enceinte 500 par une première tubulure 600 communiquant avec la partie inférieure de l'enceinte 500 et munie d'une vanne 111, une seconde tubulure 700 étant reliée à la partie supérieure de l'enceinte 500.

Dans l'exemple de la figure 1, le condenseur 900 relié à l'enceinte 500 est distinct du condenseur C qui est relié au réacteur R et à l'évaporateur E. L'enceinte 500 et le condenseur 900 remplacent ainsi les ailettes de refroidissement des réacteurs connus.

Dans la version représentée sur la figure 2, le fluide frigorigène G qui circule dans l'enceinte 500 est le même que celui utilisé pour la mise en oeuvre dans le réacteur R de la réaction solide/gaz.

Dans cet exemple, l'enceinte 500 du réacteur R est reliée par une tubulure 120 au réservoir 130 de stockage dudit fluide G situé entre l'évaporateur E et le condenseur C₁. Cette tubulure 120 est munie d'une vanne 140 et communique avec la partie inférieure de l'enceinte 500.

Dans l'exemple de la figure 2, l'installation ne comporte qu'un seul condenseur C₁. L'enceinte 500 de refroidissement du réacteur R est reliée à un condenseur C₁ par une tubulure 150 qui communique avec la partie supérieure de cette enceinte.

Le condenseur unique C₁ a un pouvoir d'échange thermique supérieur à celui (condenseur C de la figure 1) utilisé lorsque le refroidissement du réacteur R est assuré au moyen d'un condenseur distinct.

Dans l'exemple de la figure 2, le fluide frigorigène utilisé pour refroidir le réacteur R est de l'ammoniac.

Dans la réalisation représentée à la figure 3, l'installation comprend une source d'énergie extérieure 160 pour chauffer le réacteur R. Dans cet exemple, le réacteur R comporte des ailettes 170 de refroidissement auxquelles est associé un ventilateur 18.

A l'intérieur du réacteur R sont prévus des moyens d'échange thermique 19 qui communiquent par des tubulures 200, 210 avec un réservoir 220 rempli d'un fluide caloporteur 230 qui est chauffé par la source d'énergie extérieure 160.

Dans cet exemple, les moyens d'échange thermique 190 sont constitués par une tubulure 190a formant un serpentín à l'intérieur du réacteur R.

Le fluide caloporteur 230 est chauffé de façon à former un équilibre entre les phases liquide et vapeur, la circulation du fluide dans les moyens d'échange thermique 190 se faisant par thermosiphon.

De préférence, le fluide est de l'eau portée à environ 200°C sous une pression égale à environ 15.10⁵ Pascals.

Lorsque l'installation est prévue sur un véhicule à moteur thermique, la source d'énergie 160 peut être fournie par récupération de chaleur sur l'échappement du moteur thermique. Cette source d'énergie peut cependant être constituée par un brûleur à gaz ou fioul, par une résistance électrique ou par un capteur solaire.

Dans la réalisation de la figure 4, l'installation frigorifique selon l'invention comporte trois réacteurs solide/gaz R1, R2, R3 renfermant chacun un sel S1, S2, S3, tel que du chlorure de manganèse. Chaque réacteur comporte une entrée/sortie de gaz ammoniac 2₁, 2₂, 2₃.

Le fonctionnement de l'installation comporte les trois phases suivantes :

- Phase 1 :

Le réacteur R1 reçoit de l'énergie thermique par l'échangeur 3₁ qui entoure le réacteur. Cette énergie thermique provient de la source de chauffage 31. Celle-ci fait entrer en ébullition un liquide (de l'eau par exemple) contenu dans un réservoir sous pression 29. La vapeur d'eau formée passe par la tuyauterie 28 et se dirige vers le collecteur 12. Cette vapeur à une température de l'ordre de 180°C pénètre par la tuyauterie 27 dans l'échangeur 3₁ du réacteur R1, où elle se condense en chauffant le réacteur. L'eau condensée passe ensuite à la sortie de l'échangeur par la vanne magnétique 6₁ qui se trouve en position ouverte et se dirige gravitairement vers le collecteur 14 qui renvoie l'eau dans le réservoir 29 par la tuyauterie 30 pour former un nouveau cycle. Pendant cette phase de chauffage du réacteur R1, la vanne magnétique 7₁ est ouverte permettant la désorption du réacteur R1 en ammoniac. Le gaz ammoniac se dirige vers le condenseur 16 par l'intermédiaire du collecteur 11 et de la tuyauterie 15. Là, le gaz se condense sous l'effet du refroidissement de l'air extérieur, à l'aide du ventilateur 17. Le liquide formé est envoyé dans la réserve 19 par la tuyauterie 18.

Le réacteur R2 en phase d'absorption, la vanne magnétique 8₂ est ouverte, ce qui crée une aspiration d'ammoniac à la basse température de l'évaporateur 22 vers l'entrée 2₂ du réacteur R2. L'évaporateur 22 est alimenté en ammoniac liquide par l'intermédiaire d'un dispositif

d'expansion 21. La vanne 25 est une vanne de régulation permettant de contrôler la température d'évaporation dans l'évaporateur 22 et par suite la production du froid. La phase d'absorption de l'ammoniac par le sel dans le réacteur R2 est exothermique, ce qui nécessite d'évacuer la chaleur produite par l'intermédiaire de l'échangeur 4₂ du réacteur, la vanne magnétique 52 étant alors en position ouverte. L'échangeur 4₂ est alimenté en partie basse par du liquide ammoniac provenant gravitairement de la bouteille 19 grâce à la tuyauterie 26 et le collecteur 13. Le liquide se vaporise dans l'échangeur 4₂ et la vapeur formée est récupérée à la sortie de l'échangeur par la tuyauterie 9₂ qui la dirige vers le condenseur 16 par l'intermédiaire du collecteur 11 et de la tuyauterie 15. Dans le condenseur 16, l'ammoniac gazeux se condense grâce au refroidissement de l'air extérieur qui y circule à l'aide du ventilateur 17. Le liquide formé retourne dans le réservoir 19 pour former un nouveau cycle.

Le réacteur R3 est en phase de refroidissement.

La vanne 5₃ est ouverte et l'échangeur 4₃ reçoit de l'ammoniac liquide provenant du réservoir 19. Le liquide s'y vaporise refroidissant ainsi le réacteur de 180°C jusqu'à la température de condensation du condenseur 16. La vapeur passe par la tuyauterie 9₃ et se dirige donc dans le condenseur 16 par l'intermédiaire du collecteur 11 et de la tuyauterie 15.

- Phase 2 :

Le réacteur R1 est en phase de refroidissement.

Le réacteur R2 est en phase de chauffage.

Le réacteur R3 est en phase d'absorption.

- Phase 3 :

Le réacteur R1 est en phase d'absorption.

Le réacteur R2 est en phase de chauffage.

Le réacteur R3 est en phase de refroidissement.

Au cours des phases 2 et 3, les vannes respectives des réacteurs sont ouvertes comme déjà indiqué dans la phase 1.

L'énergie thermique reçue par l'échangeur 31 peut être apportée soit par un brûleur à gaz ou à fioul ou par toute autre source de chaleur à température suffisante.

Dans la variante représentée sur la figure 5, le circuit de refroidissement des réacteurs R1, R2, R3 est indépendant du circuit frigorifique. L'installation comporte dans ce cas un second condenseur 42. Les tuyauteries 9₁, 9₂, 9₃ de sortie des échangeurs 4₁, 4₂, 4₃ sont reliées à un collecteur 40 qui est relié à la partie haute du condenseur 42 par la tuyauterie 41. Le liquide formé dans le condenseur 42 se déverse dans un autre réservoir 44 par la tuyauterie 43. La tuyauterie 26 est dans ce cas, raccordée à ce réservoir 44 et permet l'alimentation en liquide des échangeurs évaporateurs 41, 42, 43 par le collecteur 13 et les vannes magnétiques 5₁, 5₂, 5₃.

Dans une variante également représentée sur la fi-

gure 5, la source d'énergie thermique provient d'un échangeur de récupération de chaleur 46 alimenté en 49 par un fluide chaud, tel que des gaz d'échappement d'un moteur thermique. Après refroidissement dans l'échangeur 48, ce fluide ressort de l'échangeur par le rejet 50. La surface d'échange est représentée par 47. La chaleur a pour effet de vaporiser le liquide provenant gravitairement du réservoir 29 dans l'échangeur 46 par l'intermédiaire de la vanne magnétique d'admission 55 et la tuyauterie 45.

La vapeur formée dans l'échangeur 46 retourne en partie haute du réservoir 29 par l'intermédiaire de la tuyauterie 48. Les tuyauteries 45 et 48 reliant le réservoir 29 à l'échangeur 46 peuvent être équipées de raccords automatiques 51, 52, 53, 54 afin de faciliter l'installation du système. L'échangeur 46 peut également être un capteur solaire.

Selon une autre variante de l'invention, les vannes 5₁, 5₂, 5₃, ..., 6₁, 6₂, 6₃ et 55 peuvent être remplacées par des thermo-émulseurs interdisant lors de leur fonctionnement le retour du liquide vers l'évaporateur correspondant.

L'invention est applicable notamment au refroidissement des camions frigorifiques, à la climatisation de tous types de véhicules automobiles, au chauffage, à la production d'eau chaude.

Par ailleurs, les condenseurs, au lieu d'être refroidis par de l'air peuvent l'être par un circuit de refroidissement à eau.

D'autre part, l'invention s'applique également à la production de froid par adsorption entre un solide et un fluide.

35 Revendications

1. Installation pour produire du froid, mettant en oeuvre une réaction entre un solide (s) et un gaz (G), comprenant au moins deux enceintes (R1, R2) renfermant un solide (S1, S2) et comprenant chacune des moyens de refroidissement (4₁, 4₂) reliés par des tubulures (15, 26) à un condenseur (16) dont le rôle est d'évacuer à l'extérieur les chaleurs de réaction ou de condensation, les transferts de chaleur entre le condenseur et les enceintes (R1, R2) s'effectuant par un fluide en changement de phase, les moyens de refroidissement comprenant chacun un échangeur de chaleur ayant comme fluide de refroidissement le gaz (G) utilisé dans la réaction avec le solide (S) caractérisée en ce que les échangeurs de chaleur et les enceintes (R1, R2) sont reliés directement au condenseur unique de l'installation qui forme le seul élément servant à condenser le fluide de refroidissement, ainsi que le gaz de la réaction.

2. Installation conforme à la revendication 1, caractérisée en ce que le condenseur (16) est en condition

d'échange thermique avec un ventilateur (17).

3. Installation conforme à la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est munie d'un réservoir (19) relié par une tuyauterie (26) à la partie basse d'un desdits échangeurs (4₁, 4₂) des réacteurs. 5
4. Installation conforme à la revendication 1, comprenant une source d'énergie extérieure (31) pour chauffer les réacteurs (R1, R2) caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens d'échange thermique (3₁, 3₂) disposés à l'intérieur des réacteurs qui communiquent par des tubulures (28, 30) avec la dite source (31). 10
5. Installation conforme à la revendication 4, caractérisée en ce que le moyen de chauffage (31) des réacteurs est unique et est relié aux réacteurs (R₁, R₂, R₃) par des vannes (6₁, 6₂, 6₃) permettant de sélectionner le réacteur à chauffer. 15 20
6. Installation conforme à la revendication 1, caractérisée en ce que des vannes (5₁, 5₂, 5₃) sont placées sur la conduite liquide des échangeurs (4₁, 4₂, 4₃) permettant de sélectionner le ou les réacteurs à refroidir. 25
7. Installation conforme à l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le fluide de transfert est de l'ammoniac. 30

Patentansprüche

1. Anlage zur Erzeugung von Kälte durch Durchführung einer Reaktion zwischen einem Feststoff (S) und einem Gas (G), mit wenigstens zwei Räumen (R1, R2), die einen Feststoff (S1, S2) enthalten und jeweils Kühleinrichtungen aufweisen, welche über Rohre (15, 26) mit einem Kondensator (16) verbunden sind, der dazu dient, die Reaktions- oder Kondensationswärme nach außen abzuführen, wobei die Wärmeübertragungen zwischen dem Kondensator und den Räumen (R1, R2) mittels eines Phasenumwandlungsfluids erfolgen und die Kühleinrichtungen jeweils einen Wärmeaustauscher umfassen, der als Kühlfluid das bei der Reaktion mit dem Feststoff (S) verwendete Gas (G) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeaustauscher und die Räume (R1, R2) direkt mit dem einzigen Kondensator der Anlage verbunden sind, der das einzige Element zum Kondensieren des Kühlfluids sowie des Reaktionsgases bildet. 35 40 45 50
2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensator (16) mit einem Ventilator (17) in Wärmeaustauschbeziehung steht. 55

3. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie mit einem Speicher (19) versehen ist, der über eine Rohrleitung (26) mit dem unteren Teil eines der Austauscher (4₁, 4₂) der Reaktoren verbunden ist.
4. Anlage nach Anspruch 1 mit einer äußeren Energiequelle (31) zum Erwärmen der Reaktoren (R1, R2), dadurch gekennzeichnet, daß sie im Inneren der Reaktoren angeordnete Wärmeaustauscheinrichtungen (3₁, 3₂) aufweist, die über Rohre (28, 30) mit der Quelle (31) in Verbindung stehen.
5. Anlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß nur eine einzige Heizeinrichtung (31) für die Reaktoren vorgesehen und mit den Reaktoren (R₁, R₂, R₃) über Ventile (6₁, 6₂, 6₃) verbunden ist, die eine Auswahl des zu erwärmenden Reaktors ermöglichen.
6. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Flüssigkeitsleitung der Austauscher (4₁, 4₂, 4₃) Ventile (5₁, 5₂, 5₃) angebracht sind, die eine Auswahl des zu kühlenden Reaktors oder der zu kühlenden Reaktoren ermöglichen.
7. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Übertragungsfluid Ammoniak ist.

Claims

1. Installation for producing cold, performing a reaction between a solid (s) and a gas (G), comprising at least two vessels (R1, R2) containing a solid (S1, S2) and each comprising cooling means connected by connection pieces (15, 26) to a condenser (16), the function of which is to draw off heat of reaction or heat of condensation, the transfers of heat between the condenser and the vessels (R1, R2) being performed by a phase-transition fluid, the cooling means each comprising a heat exchanger having, as a cooling fluid, gas (G) used in the reaction with the solid (S) characterised in that the heat exchangers and the vessels (R1, R2) are connected directly to the only condenser of the installation which forms the only element acting as a condenser of cooling fluid, and the gas of the reaction. 35 40 45 50
2. Installation according to Claim 1, characterised in that the condenser (16) is in a condition of heat exchange with a ventilator (17). 55
3. Installation according to Claim 1, characterised in that it is provided with a reservoir (19) connected by a conduit (26) at the base part of one of said exchangers (4₁, 4₂) of the reactors.

4. Installation according to Claim 1, comprising an outer source of power (31) to heat the reactors (R1, R2) characterised in that it comprises heat-exchanging means (3₁, 3₂) arranged inside the reactors which communicate with said source (31) via connection pieces (28, 30). 5
5. Installation according to Claim 4, characterised in that the heating means (31) of reactors is the only one and is connected to the reactors (R₁, R₂, R₃) by valves (6₁, 6₂, 6₃) permitting the reactor to be heated to be selected. 10
6. Installation according to Claim 1, characterised in that the valves (5₁, 5₂, 5₃) are placed on said liquid duct of the exchangers (4₁, 4₂, 4₃) permitting one or more of the reactors to be cooled to be selected. 15
7. Installation according to one of the preceding Claims, characterised in that the exchange fluid is ammonia. 20

25

30

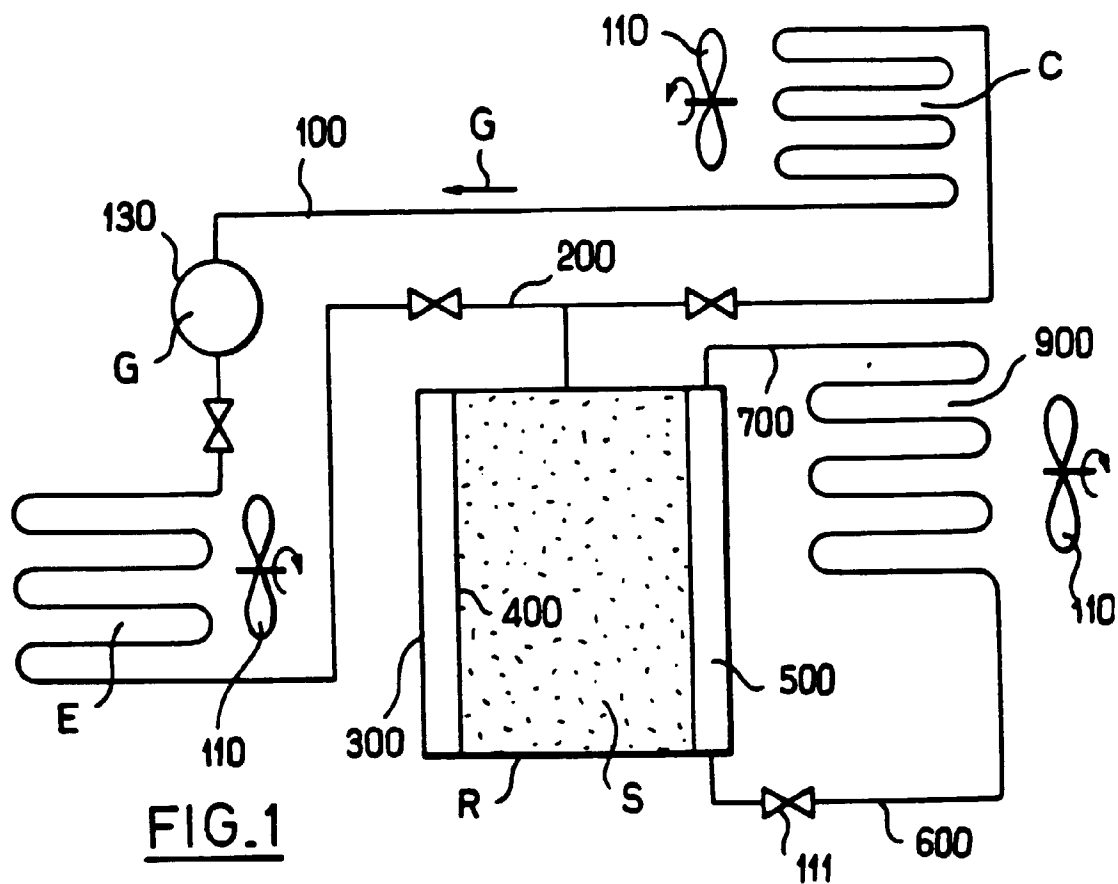
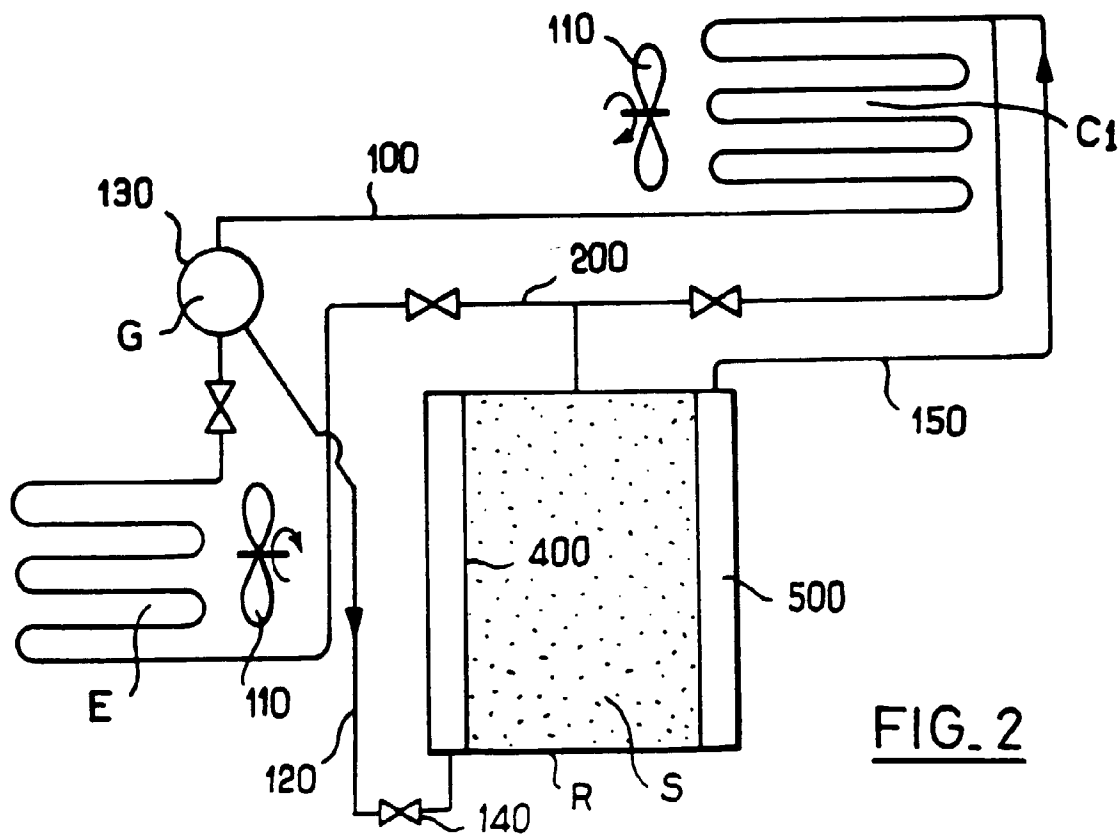
35

40

45

50

55



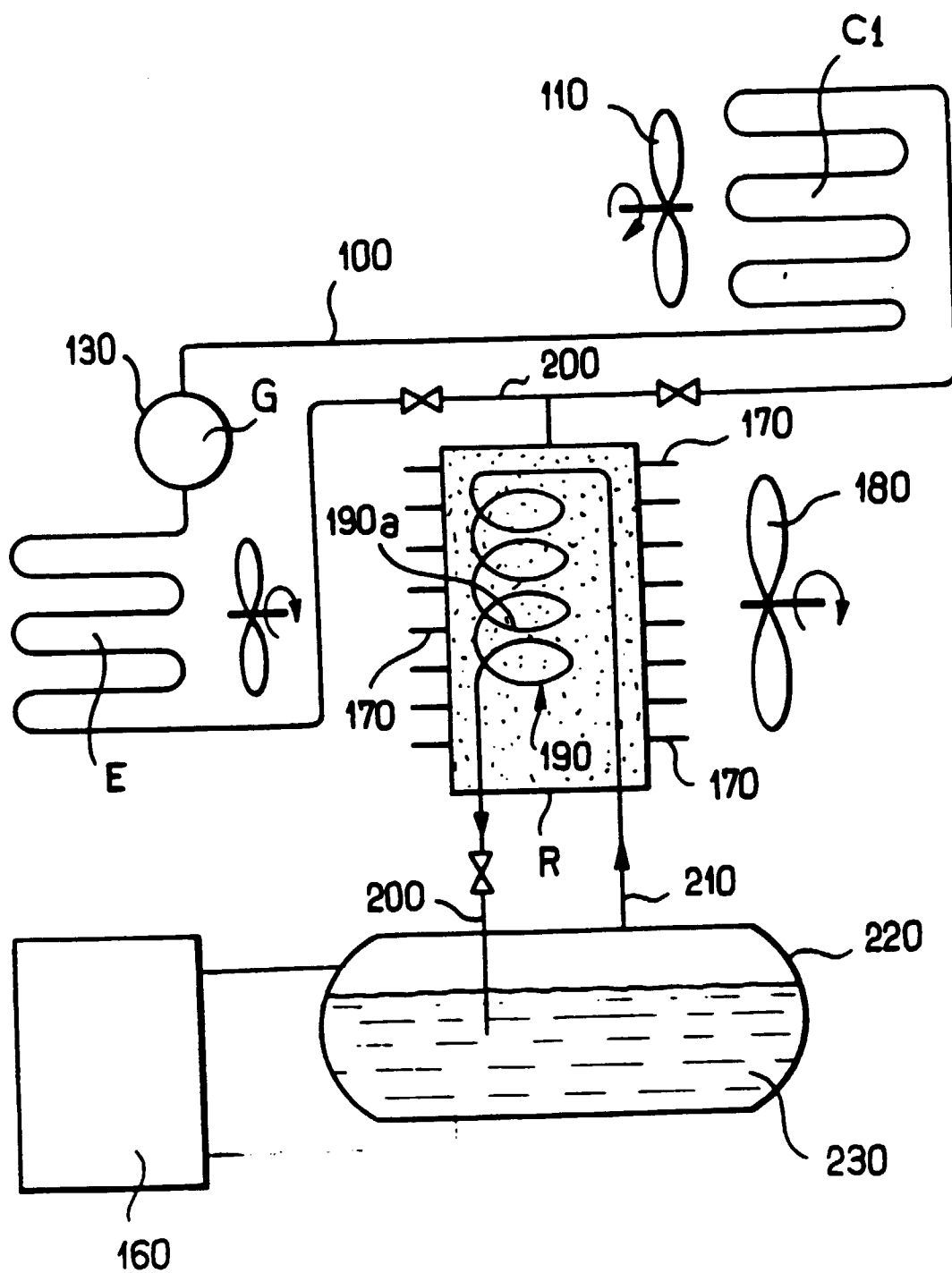


FIG. 3

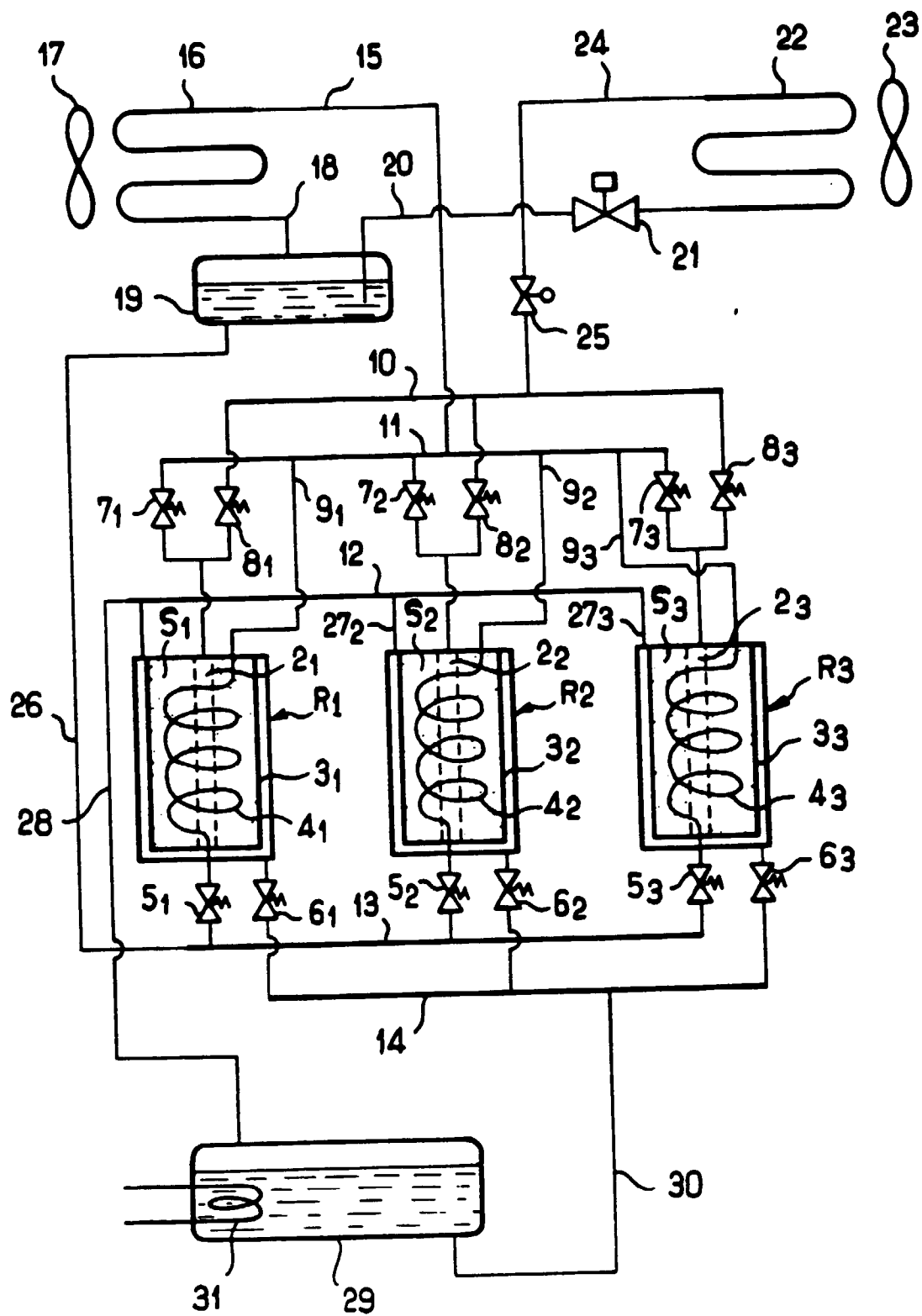


FIG. 4

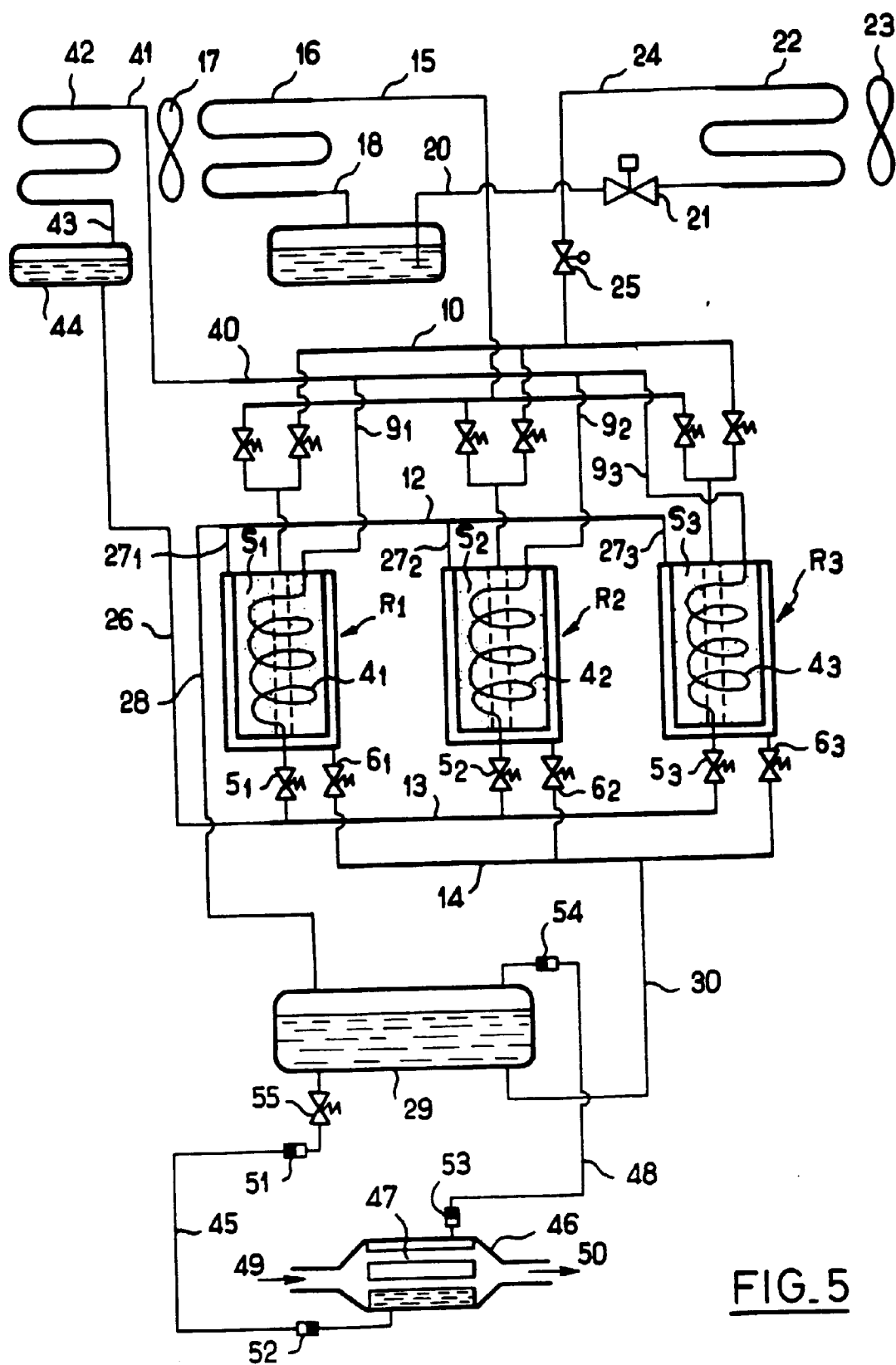


FIG. 5