

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 21724

(54) Procédé et appareil de production d'électricité utilisant l'échange de chaleur entre un gaz naturel liquéfié et un agent de transmission de chaleur intermédiaire.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 01 K 25/08, 15/00; F 28 D 19/00; H 02 K X.

(22) Date de dépôt..... 10 octobre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Japon, 11 octobre 1979, n° 131371/1979.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 16 du 17-4-1981.

(71) Déposant : Société dite : OSAKA GAS CO., LTD, résidant au Japon.

(72) Invention de : Isami Ooka et Yosinori Hisazumi.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne un procédé et un appareil permettant de produire de l'électricité par l'utilisation de l'échange de chaleur entre du gaz naturel liquéfié et un agent de transmission de chaleur intermédiaire. Plus particulièrement, elle
5 concerne un procédé et un appareil de production d'électricité utilisant efficacement un agent de transmission de chaleur intermédiaire ayant servi au réchauffage du gaz naturel liquéfié.

Le gaz naturel liquéfié est généralement maintenu à une basse température d'environ -160°C pendant le stockage et le
10 transport. Pour pouvoir l'utiliser comme combustible dans la production d'énergie électrique, comme gaz de ville, etc., on chauffe ordinairement le gaz naturel liquéfié au moyen d'eau douce ou d'eau de mer jusqu'à obtenir le gaz naturel. Pour réaliser une vaporisation efficace du gaz naturel liquéfié en le chauffant au moyen d'eau
15 douce ou d'eau de mer, il existe différents procédés, parmi lesquels certains sont décrits dans les brevets japonais n° 136413/1979 et 136414/1979. Selon ces brevets, on commence par réchauffer le gaz naturel liquéfié au moyen d'un agent de transmission de chaleur intermédiaire (par exemple propane, ammoniac, dichlorodifluorométhane)
20 jusqu'à une température d'environ -20 à -50°C pour assurer sa vaporisation, puis on le réchauffe encore au moyen d'eau douce ou d'eau de mer jusqu'à une température supérieure à 0°C afin qu'il puisse être fourni à n'importe quelle source d'utilisation, tandis que l'eau douce ou l'eau de mer qui a été utilisée de la façon indiquée
25 ci-dessus sert à réchauffer l'agent thermique intermédiaire. Selon un tel procédé, l'agent thermique intermédiaire est refroidi au moyen du gaz naturel liquéfié jusqu'à liquéfaction, et l'agent ainsi liquéfié est réchauffé au moyen d'eau douce ou d'eau de mer jusqu'à vaporisation, ces transformations se répétant de façon cyclique. Une
30 utilisation efficace de l'énergie thermique mise en jeu pendant ces cycles est très importante du point de vue des économies d'énergie.

A la suite d'une étude complète, il a été mis au point un nouveau procédé de production d'électricité à haut rendement qui utilise un agent de transmission de chaleur intermédiaire pour
35 réchauffer le gaz naturel liquéfié.

Le procédé de production d'électricité de l'invention consiste à réchauffer un agent de transmission de chaleur intermédiaire, lequel a été refroidi et liquéfié du fait qu'il a été utilisé pour chauffer le gaz naturel liquéfié jusqu'à vaporisation, 5 au moyen d'eau douce ou d'eau de mer jusqu'à vaporisation, à introduire l'agent de transmission de chaleur intermédiaire ainsi vaporisé dans une turbine équipée d'un générateur d'énergie électrique afin d'utiliser de nouveau l'agent de transmission de chaleur intermédiaire qui sort de la turbine pour réchauffer le gaz naturel 10 liquéfié jusqu'à vaporisation, ces opérations étant réalisées de façon répétée et cyclique. Dans un tel procédé, il est particulièrement intéressant de mettre en contact l'agent thermique intermédiaire sous forme de liquide condensé avec l'agent thermique intermédiaire qui sort de la turbine par l'intermédiaire d'un matériau de 15 garniture, si bien que l'on peut empêcher un refroidissement excessif (en dessous du niveau de température correspondant à une pression de saturation) de l'agent thermique intermédiaire par le gaz naturel liquéfié.

La description suivante, conçue à titre d'illustration 20 de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages; elle s'appuie sur les dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est un diagramme de circulation qui présente un mode de réalisation de l'appareil de production d'électricité de l'invention; 25

- la figure 2 est une vue en coupe simplifiée du dispositif de vaporisation de gaz naturel liquéfié (GNL) utilisé dans l'appareil de la figure 1; et

- la figure 3 est une vue en coupe simplifiée d'un 30 dispositif d'évaporation de gaz propane liquéfié (GPL) utilisé dans l'appareil de l'invention.

Sur la figure 1, le numéro de référence 1 désigne un moyen d'échange de chaleur (à savoir un dispositif de vaporisation de gaz naturel liquéfié) entre du gaz naturel liquéfié et du propane 35 servant d'agent de transmission de chaleur intermédiaire. Comme le montre la figure 2, le moyen d'échange de chaleur peut être constitué

d'un échangeur de chaleur à tube en U où le faisceau tubulaire 12 de la calandre 11 est disposé dans la moitié supérieure, le gaz naturel liquéfié étant introduit dans le tube. La moitié inférieure de la calandre 11 se présente sous la forme d'une partie réservoir destinée au gaz propane liquéfié. Dans la partie médiane, se trouve un matériau de garniture ordinaire (par exemple un treillis métallique) 13. Sur la calandre 11, au niveau de ladite partie médiane, il existe une ouverture 14 servant à l'introduction de propane gazeux (PG). Le gaz naturel après vaporisation est désigné par GN.

10 Le numéro de référence 2 désigne un moyen d'échange de chaleur (à savoir un dispositif d'évaporation de gaz propane liquéfié) entre le gaz propane liquéfié et de l'eau douce ou de l'eau de mer. Comme le montre la figure 3, le moyen d'échange de chaleur peut être constitué par un échangeur de chaleur à plaque tubulaire fixe. Le faisceau tubulaire 22 de la calandre 21 est disposé dans 15 la moitié inférieure et de l'eau, douce ou de mer, est introduite dans le tube. Le propane gazeux qui se forme par vaporisation du gaz propane liquéfié dans la moitié inférieure de la calandre 21 est recueilli au niveau de la moitié supérieure et sort de la calandre 20 par un élément 23 d'élimination de brouillard.

Sur la figure 1, le numéro de référence 3 désigne une pompe servant à envoyer sous pression du gaz propane liquéfié se trouvant au fond de la calandre du dispositif de vaporisation 1 jusqu'au fond de la calandre du dispositif d'évaporation 2. Une autre 25 référence 4 désigne une turbine équipée d'un générateur d'énergie électrique, telle qu'une turbine à gaz à réaction à flux axial destinée à être entraînée par le propane gazeux venant du dispositif d'évaporation 2. Le numéro de référence 5 désigne un réchauffeur complémentaire servant à encore réchauffer le gaz naturel venant du 30 dispositif d'évaporation 1 en vue de sa délivrance au consommateur. L'eau, douce ou de mer, qui a déjà été envoyée au réchauffeur complémentaire 5 peut être utilisée comme source de chaleur pour le dispositif d'évaporation 2.

Dans l'appareil de l'invention présentant la structure 35 indiquée ci-dessus, du gaz naturel liquéfié, par exemple à un débit de 60 t/h, une pression manométrique de 33kg/cm^2 et une température de

-150°C, est introduit dans le tube du dispositif de vaporisation 1, est chauffé et vaporisé (à -50°C) par le propage gazeux se trouvant dans la calandre, puis est extrait de l'appareil. D'autre part, le propane gazeux se trouvant dans la calandre du dispositif de vaporisation 1 se refroidit et se liquéfie, puis est mis à la pression manométrique de $7,5 \text{ kg/cm}^2$ par la pompe 3 pour être envoyé dans la calandre du dispositif d'évaporation 2 (à un débit de 82,5 t/h), où le gaz propane liquéfié est chauffé et vaporisé par de l'eau, douce ou de mer, se trouvant dans le tuyau (à un débit de 3 000 t/h et une température de 26°C), le propage gazeux ainsi produit étant introduit dans la turbine 4 (sous une pression manométrique de $7,2 \text{ kg/cm}^2$ et une température de 18°C). La puissance résultante du générateur d'énergie électrique est de 1 450 kW. Le propane gazeux sortant de la turbine (à une pression manométrique de $0,02 \text{ kg/cm}^2$ et une température de -42°C) est introduit par l'ouverture 14 dans la calandre du dispositif de vaporisation 1, où il est placé en contact avec des gouttes liquides condensées de propane au niveau du matériau de garniture 13, de façon à maintenir la température du gaz propane liquéfié dans la calandre à un niveau de quasi-saturation pour la pression régnant dans la calandre (à environ -44°C pour la pression de travail de 1 atmosphère). Ce gaz propane liquéfié est ensuite envoyé au dispositif d'évaporation 2 par la pompe 3.

Lorsque le dispositif de vaporisation 1 n'est pas pourvu d'un matériau de garniture 13, le liquide condensé de gaz propane se trouvant dans le dispositif de vaporisation subit un refroidissement excessif jusqu'à une température d'environ -50°C. Il s'ensuit que la quantité de gaz propane liquéfié mise en circulation par la pompe 3 peut être abaissée jusqu'à environ 80 t/h, la pression d'évaporation dans le dispositif d'évaporation 2 pouvant être abaissée jusqu'à une pression manométrique d'environ $7,0 \text{ kg/cm}^2$, si bien que la puissance fournie par le générateur prend une valeur d'environ 1 400 kW.

Ainsi que cela a été décrit ci-dessus, le procédé et l'appareil de l'invention permettent d'assurer la production d'électricité avec un gros rendement par une utilisation efficace

du cycle de liquéfaction-vaporisation de l'agent de transmission de chaleur intermédiaire.

Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir du procédé et de l'appareil dont la description vient d'être
5 donnée à titre simplement illustratif et nullement limitatif, diverses variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention.

RE V E N D I C A T I O N S

1 - Procédé de production d'électricité, caractérisé en ce qu'il consiste à réchauffer un agent de transmission de chaleur intermédiaire (PG) qui a été refroidi et liquéfié (GPL) du fait qu'il
5 a été utilisé pour chauffer du gaz naturel liquéfié (GNL) jusqu'à vaporisation, au moyen d'eau, douce ou de mer, jusqu'à vaporisation, à introduire l'agent de transmission de chaleur intermédiaire vaporisé (PG) dans une turbine (4) équipée d'un générateur d'énergie électrique afin d'utiliser encore l'agent de transmission de chaleur
10 intermédiaire qui sort de la turbine pour réchauffer le gaz naturel liquéfié (GNL) jusqu'à vaporisation (GN) tandis que l'agent de transmission de chaleur intermédiaire qui sort de la turbine est mis en contact avec le liquide condensé (GPL) de l'agent de transmission de chaleur intermédiaire par l'intermédiaire d'un matériau de garniture
15 (13).

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on effectue l'échange de chaleur entre le gaz naturel liquéfié et l'agent de transmission de chaleur intermédiaire au moyen d'un échangeur de chaleur (1) à tube en U qui comprend, dans sa moitié supérieure
20 à l'intérieur de la calandre (11) de l'échangeur de chaleur (1), un faisceau tubulaire (12) par lequel passe le gaz naturel liquéfié, dans sa moitié inférieure, une partie réservoir destinée à l'agent de transmission de chaleur intermédiaire liquéfié et, dans sa partie médiane, un matériau de garniture (13) et une entrée (14) permettant
25 de faire passer l'agent de transmission de chaleur intermédiaire de la turbine jusque dans la calandre, et en ce qu'on effectue l'échange de chaleur entre l'agent de transmission de chaleur intermédiaire et l'eau douce ou de mer au moyen d'un échangeur de chaleur (2) à plaque tubulaire fixe qui comprend un faisceau tubulaire (22), dans
30 lequel passe l'eau douce ou de mer, dans sa moitié inférieure à l'intérieur de la calandre (21) de l'échangeur de chaleur (2).

3 - Appareil de production d'électricité, caractérisé en ce qu'il met en oeuvre le procédé de la revendication 1 ou 2.

Fig. 1

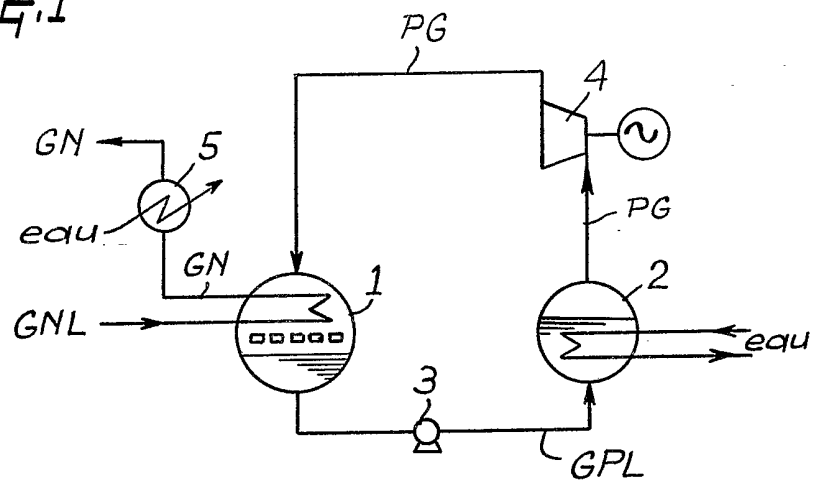


Fig. 2

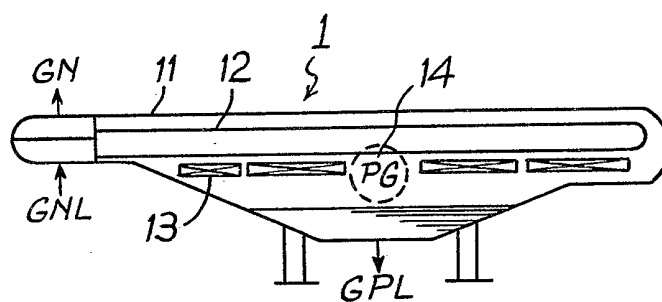


Fig. 3

