

①② **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:  
**02.10.85**

⑤① Int. Cl.⁴: **F 24 H 3/04, F 24 H 9/18**

②① Numéro de dépôt: **83401459.9**

②② Date de dépôt: **13.07.83**

---

⑤④ **Générateur électrique de gaz chaud.**

---

③① Priorité: **19.07.82 FR 8212561**

④③ Date de publication de la demande:  
**01.02.84 Bulletin 84/5**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:  
**02.10.85 Bulletin 85/40**

⑧④ Etats contractants désignés:  
**CH DE GB IT LI SE**

⑤⑥ Documents cités:  
**DE - C - 489 379**  
**DE - C - 735 982**

⑦③ Titulaire: **FIVES-CAIL BABCOCK, Société anonyme, 7**  
**rue Montalivet, F-75383 Paris Cedex 08 (FR)**

⑦② Inventeur: **Bouju, Jean-Louis, 2, rue d'Asnières Hameau**  
**de Baillon, F-95270 Asnières/Oise (FR)**

⑦④ Mandataire: **Fontanié, Etienne, FIVES-CAIL**  
**BABCOCK 7, rue Montalivet, F-75383 Paris**  
**Cedex 08 (FR)**

**EP 0 099 825 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 un générateur électrique de gaz chaud du type comprenant une enveloppe réfractaire isolante de forme allongée munie à l'une de ses extrémités d'une ouverture d'entrée du gaz à chauffer, et à l'autre extrémité d'une ouverture de sortie du gaz chaud, et une pluralité de résistances électriques de chauffage disposées à l'intérieur de l'enveloppe suivant une direction transversale de celle-ci.

Un générateur électrique de gaz chaud du type précité est connu depuis longtemps, notamment dans les installations de chauffage domestique. L'extension de son domaine d'utilisation à des applications industrielles a rencontré un certain nombre de difficultés.

Le rendement d'un tel générateur s'est révélé très médiocre. Cet inconvénient résulte du fait que le chauffage n'est pas homogène dans une même section transversale de l'enveloppe. Cela résulte également du fait que le gaz circulant à l'intérieur de l'enveloppe voit sa température augmenter au fur et à mesure de son écoulement tandis que les résistances qu'il balaie sont chauffées de manière uniforme. Les transferts thermiques ne s'effectuent pas de manière rationnelle. Il devient alors impossible d'atteindre des températures élevées.

L'invention a surtout pour but de remédier aux inconvénients précités.

Elle consiste essentiellement à prévoir autour de chaque résistance, une pluralité de tubes morts que ladite résistance chauffe par rayonnement, tandis que le gaz balayant la surface desdits tubes morts est chauffé par convection, de la même façon qu'il est chauffé lorsqu'il balaye les parois internes de l'enveloppe. Elle consiste en outre à réaliser un agencement des résistances suivant une disposition permettant d'assurer une chauffe rationnelle.

L'invention a plus précisément pour objet un générateur électrique de gaz chaud comprenant une enveloppe réfractaire isolante de forme allongée munie à l'une de ses extrémités d'une ouverture d'entrée du gaz à chauffer, et à l'autre extrémité d'une ouverture de sortie du gaz chaud, et une pluralité de résistances électriques de chauffage disposées à l'intérieur de l'enveloppe suivant une direction transversale de celle-ci, caractérisé en ce que chaque résistance est entourée par une pluralité de tubes morts chauffés par rayonnement.

Les résistances sont répartis en plusieurs groupes, les résistances d'un même groupe étant alimentées électriquement en parallèle, et le nombre de résistances de chaque groupe augmentant d'un groupe au suivant dans le sens de circulation du gaz. On peut, par exemple prévoir trois groupes de résistances ayant respectivement cinq, sept et neuf résistances.

Avantageusement, il sera prévu, entre le groupe comprenant le plus grand nombre de résistances et l'ouverture de sortie de gaz chaud, un faisceau de tubes morts disposés suivant une

direction transversale de l'enveloppe.

Les tubes morts sont disposés, de préférence, parallèlement aux résistances. Les résistances pourront être montées verticalement suspendues à l'intérieur de l'enveloppe, cette dernière étant disposée horizontalement.

Les résistances peuvent être constituées par des spirales doubles en carbure de silicium, d'une seule pièce. Les tubes morts peuvent aussi être réalisés en carbure de silicium.

Suivant un mode de réalisation particulier, deux tubes morts sont disposés de part et d'autre de chaque résistance dans le plan transversal contenant ladite résistance avec laquelle ils définissent une première rangée, et une deuxième rangée formée de trois tubes morts est disposée dans un autre plan transversal séparé du précédent d'une distance sensiblement égale à l'écart existant entre chaque tube mort de la première rangée et la résistance de ladite première rangée et à la moitié de l'intervalle séparant deux résistances successives du même groupe.

Le générateur de l'invention comporte un système de régulation de la température de sortie du gaz chaud comprenant une pluralité de thyristors, soit un thyristor par groupes de résistances, chaque thyristor contrôlant l'alimentation du groupe de résistances auquel il est associé. Il comporte, en outre, un système de sécurité qui interrompt le chauffage lorsque l'écart de puissance entre l'alimentation de deux groupes de résistances dépasse une valeur prédéterminée.

Dans le cas où le générateur comprend trois groupes de résistances, chaque groupe pourra être alimenté par une phase d'une source triphasée, le système de régulation comportant trois thyristors à commande d'angle déphasée et le système de sécurité étant prévu pour détecter l'écart de puissance entre les phases.

L'invention sera mieux comprise en se référant à la description qui suit, faite en regard des dessins annexés, concernant une forme de réalisation particulière de l'invention donnée à titre d'exemple non limitatif.

La figure 1 représente le générateur en élévation suivant une coupe axiale.

La figure 2 représente le générateur en plan suivant une coupe axiale.

La figure 3 en est une coupe transversale.

La figure 4 est un schéma illustrant l'agencement des tubes morts autour de deux résistances voisines.

La figure 5 est un schéma électronique du système de régulation de la température de sortie du gaz chaud.

Sur les figures 1 à 3, le repère 1 désigne l'enveloppe du générateur de gaz chaud. Cette enveloppe présente la forme d'un parallélépipède rectangle dont les parois, formées de deux couches de béton réfractaire et isolant, délimitent le passage du gaz entre une ouverture d'entrée 2 et une ouverture de sortie 3, respective-

ment aménagées aux deux extrémités de l'enveloppe 1.

Suivant une forme particulière de réalisation, le parallélépipède rectangle précité a les dimensions suivantes: 5 m de long, 1 m de large et 1,20 m de haut. Les dimensions du passage des gaz sont les suivantes: 5 m de long, 0,30 m de large et 0,60 m de haut. Ces dimensions ne prennent pas en compte les parties d'extrémités raccordant le corps de l'enveloppe aux ouvertures 2 et 3.

A l'intérieur de l'enveloppe 1, des résistances électriques, telles que 4, sont disposées suivant une direction transversale, de préférence dans le plan vertical médian de ladite enveloppe. Ces résistances sont alors montées verticalement suspendues. Chaque résistance 4 réalisée en carbure de silicium, présente la forme d'une spirale double en une seule pièce. Chaque résistance 4 est entourée de tubes morts, tels que 5, également réalisés en carbure de silicium dont la fonction consiste à transmettre au gaz la chaleur reçue par rayonnement des résistances 4. Lest tubes 5 sont avantageusement encastrés à leurs extrémités dans les parois inférieure et supérieure de l'enveloppe 1 disposée horizontalement.

La figure 4 montre les dispositions relatives de deux résistances 4 voisines et de tubes morts 5 qui les entourent.

Deux tubes morts 5a et 5b sont disposés de part et d'autre de la résistance 4', parallèlement à celle-ci, dans le même plan transversal de l'enveloppe 1 contenant ladite résistance avec laquelle ils définissent une première rangée. Une deuxième rangée formée de trois tubes morts 5c, 5d et 5e est aménagée dans un autre plan transversal. Le tube 5c est disposé en regard du tube 5a, le tube 5e en regard du tube 5b, tandis que le tube 5d est disposé en regard de la résistance 4' à laquelle tous ces tubes sont parallèles. La distance A séparant les deux plans transversaux précités est sensiblement égale à l'écart B existant entre chaque tube mort 5a et 5b et la résistance 4'. Elle est bien entendu égale à l'écart existant entre les tubes 5c, 5d et 5e de la deuxième rangée. La distance A est par ailleurs sensiblement égale à la moitié de l'intervalle C séparant les deux résistances successives 4' et 4''. La disposition que l'on vient de décrire est, bien entendu, répétitive.

Dans le cas de la forme de réalisation précitée, chaque tube 5a un diamètre de 54 mm et une longueur de 710 mm, tandis que les dimensions de chaque résistances 5 sont les suivantes:

- diamètre: 54 mm
- longueur totale: 1092 mm
- longueur de la partie chauffante: 610 mm

Suivant une caractéristique particulièrement importante de l'invention, les résistances 4 sont réparties en plusieurs groupes, les résistances d'un même groupe étant électriquement alimentées en parallèle. Le nombre de résistances d'un

même groupe augmente d'un groupe au suivant dans le sens de la circulation du gaz entre les ouvertures 2 et 3 de l'enveloppe 1.

Dans le cas de l'exemple représenté, il est prévu trois groupes G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub> ayant respectivement 5, 7, 9 résistances agencées comme précédemment indiqué. Dans chaque groupe les résistances 4 sont alimentées en parallèle, tandis que les groupes G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub>, sont également alimentés en parallèle, par exemple par une source électrique triphasée.

Le nombre variable de résistances 4 par groupe prend en compte le fait que la température du gaz augmente de l'entrée vers la sortie, et que par conséquent la puissance que peut dissiper chaque résistance 4 diminue de l'amont vers l'aval, compte tenu de la température maximale admissible pour les résistances 4 (environ 1650° C en atmosphère oxydante). On doit également remarquer que cette température maximale dépend de la valeur de chaque résistance qui peut varier dans le temps.

Il est prévu par ailleurs, entre le groupe G<sub>3</sub> et 9 résistances et l'ouverture de sortie 3 du gaz, un faisceau F uniquement constitué par des tubes morts 5. Ce faisceau qui comprend par exemple 18 tubes morts est agencé d'une manière analogue aux groupes précédents, soit six rangées de trois tubes 5 parallèles aux tubes 5 qui entourent les résistances 4. La fonction des tubes 5 de ce faisceau est d'assurer une parfaite homogénéisation de la température de sortie.

La puissance est en définitive délivrée par 21 résistances 4. Ces résistances, les tubes morts, ainsi que les parois du passage de l'enveloppe 1, définissent la totalité de la surface de transfert de chaleur sur laquelle le gaz vient s'échauffer par convection. On voit que cette surface est considérablement augmentée par rapport à l'art antérieur. Il en résulte une augmentation de la puissance fournie par les résistances 4.

La figure 5 représente, de façon schématique, le système de régulation de la température de sortie. Ce système comprend une pluralité de thyristors, à savoir un thyristor par groupe de résistances 4, chaque thyristor contrôlant l'alimentation du groupe de résistances auquel il est associé.

En référence à l'exemple que l'on vient de décrire, les thyristors T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> et T<sub>3</sub> contrôlent respectivement les résistances 4 des groupes G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> et G<sub>3</sub>. Les thyristors sont alimentés en parallèle, par exemple par une phase d'une source triphasée, comme précédemment indiqué. On fait alors appel à des thyristors à commande d'angle déphasée. Un thermomètre T mesure la température du gaz à la sortie du générateur, et il envoie un signal représentatif de cette température à un comparateur CT, lequel compare la valeur de ladite température à une valeur de consigne. Le comparateur CT délivre un signal d'écart à chaque thyristor T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> respectivement relié aux groupes G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub> de résistances 4 dont l'alimentation est régulée de façon classique.

Un système de sécurité S, connu en soi, et

prévu pour interrompre le chauffage lorsque l'écart de puissance entre l'alimentation de deux groupes de résistances dépasse une valeur prédéterminée. Ce système S est relié aux thyristors  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  par l'intermédiaire d'un wattmètre, respectivement  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$ . Le système de sécurité S compare les puissances mesurées par lesdits wattmètres et émet, le cas échéant, un signal de sécurité apte à agir sur un interrupteur (non représenté) en vue de couper l'alimentation électrique. Dans le cas d'une alimentation par les trois phases d'une source triphasée, le système de sécurité S compare les écarts de puissance entre les différentes phases (détection de discordance).

On peut alimenter séparément chaque groupe  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ . On peut aussi alimenter le groupe  $G_1$  directement par un signal provenant du traitement de l'écart mesure — consigne de la température. Les groupes  $G_2$  et  $G_3$  peuvent alors être pilotés indirectement par ledit signal par l'intermédiaire d'un potentiomètre qui permet d'obtenir l'égalité de puissance sur les trois phases de la source triphasée.

Bien que l'invention ait été décrite en référence à une forme particulière de réalisation, il va de soi qu'elle n'y est en rien limitée, et que des modifications peuvent lui être apportées sans sortir de son domaine.

On pourra modifier les dimensions données à titre d'exemple en vue de modifier corrélativement la puissance requise. On pourra pour des dimensions données modifier le nombre de résistances et de tubes morts ainsi que le nombre de groupes.

Il est également possible de répartir les tubes morts autour des résistances d'une façon autre que celle décrite.

Il va de soi que l'on pourra remplacer l'un quelconque des moyens décrits par un moyen techniquement équivalent. L'invention couvre donc, outre l'exemple représenté, ses différentes variantes d'exécution.

## Revendications

1. Générateur électrique de gaz chaud comprenant une enveloppe réfractaire isolante de forme allongée (1) munie à l'une de ses extrémités d'une ouverture d'entrée (2) du gaz à chauffer, et à l'autre extrémité d'une ouverture de sortie (3) du gaz chaud, et une pluralité de résistances électriques de chauffage (4) disposées à l'intérieur de l'enveloppe suivant une direction transversale de celle-ci, caractérisé en ce que chaque résistance (4) est entourée par une pluralité de tubes morts (5) chauffés par rayonnement.

2. Générateur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les résistances (4) sont réparties en plusieurs groupes ( $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ ), les résistances d'un même groupe étant alimentées électriquement en parallèle, et le nombre de résistances de chaque groupe augmentant d'un

groupe au suivant dans le sens de circulation du gaz.

3. Générateur suivant l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les tubes morts (5) sont disposés parallèlement aux résistances.

4. Générateur suivant l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce qu'il est prévu, entre le groupe ( $G_3$ ) comprenant le plus grand nombre de résistances et l'ouverture de sortie (3) du gaz chaud, un faisceau (F) de tubes morts (5) disposés suivant une direction transversale de l'enveloppe (1).

5. Générateur suivant la revendication 4, caractérisé en ce que les tubes morts (5) dudit faisceau (F) sont disposés parallèlement aux résistances (4).

6. Générateur suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les résistances (4) sont montées verticalement suspendues à l'intérieur de l'enveloppe (1), cette dernière étant disposée horizontalement.

7. Générateur suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que chaque résistance (4) est constituée d'une spirale double en carbure de silicium d'une seule pièce.

8. Générateur suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que chaque tube mort (5) est réalisé en carbure de silicium.

9. Générateur suivant l'une des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que deux tubes morts (5a, 5b) sont disposés de part et d'autre de chaque résistance (4') dans le plan transversal contenant ladite résistance avec laquelle ils définissent une première rangée, et en ce qu'une deuxième rangée formée de trois tubes morts (5c, 5d, 5e) est disposée dans un autre plan transversal séparé du précédent d'une distance sensiblement égale à l'écart (B) existant entre chaque tube mort de la première rangée et la résistance de ladite première rangée, et à la moitié de l'intervalle (C) séparant deux résistances successives du même groupe.

10. Générateur suivant la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte trois groupes de résistances ( $G_1$ ,  $G_2$  et  $G_3$ ) ayant respectivement cinq, sept et neuf résistances.

11. Générateur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un système de régulation de la température de sortie du gaz chaud comprenant une pluralité de thyristors ( $T_1$ ,  $T_2$  et  $T_3$ ), soit un thyristor par groupe de résistances, chaque thyristor contrôlant l'alimentation du groupe de résistances ( $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ ) auquel il est associé.

12. Générateur suivant la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comporte, en outre, un système de sécurité (S) qui interrompt le chauffage lorsque l'écart de puissance entre l'alimentation de deux groupes de résistances dépasse une valeur prédéterminée.

13. Générateur suivant la revendication 11, comprenant trois groupes de résistances ( $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ ) caractérisé en ce que chaque groupe est alimenté par une phase d'une source triphasée, et en ce qu'il est prévu un ensemble de trois thyris-

tors ( $T_1, T_2, T_3$ ), à commande d'angle déphasée.

14. Générateur suivant les revendications 12 et 13, caractérisé en ce que le système de sécurité (S) est prévu pour détecter l'écart de puissance entre les différentes phases.

### Patentansprüche

1. Elektrischer Erhitzer für Gas, bestehend aus einem längsförmigen, feuerfesten Isoliermantel (1), der an einem Ende mit einer Eintrittsöffnung (2) für das zu erhitzende Gas und am anderen Ende mit einer Austrittsöffnung (3) für das Heißgas versehen ist, und aus einer Vielzahl von elektrischen Heizwiderständen (4), die innerhalb des Mantels in einer Querrichtung desselben angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Widerstand (4) durch eine Vielzahl von durch Strahlung erhitzten toten Rohren (5) umgeben ist.

2. Elektrischer Erhitzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstände (4) in mehrere Gruppen ( $G_1, G_2, G_3$ ) aufgeteilt sind, wobei die Widerstände einer jeden Gruppe elektrisch parallel versorgt werden und die Anzahl von Widerständen jeder Gruppe, von einer Gruppe zur folgenden in Richtung des Gasstroms zunimmt.

3. Elektrischer Erhitzer nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die toten Rohre (5) parallel zu den Widerständen angeordnet sind.

4. Elektrischer Erhitzer nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der die größte Anzahl von Widerständen umfassenden Gruppe ( $G_3$ ) und der Heißgasaustrittsöffnung (3) ein Bündel (F) von toten Rohren (5) vorgesehen ist, die in einer Querrichtung des Mantels (1) angeordnet sind.

5. Elektrischer Erhitzer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die toten Rohre (5) des Bündels (F) parallel zu den Widerständen angeordnet sind.

6. Elektrischer Erhitzer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstände (4) vertikal hängend innerhalb des Mantels (1) montiert sind, wobei der Mantel horizontal liegt.

7. Elektrischer Erhitzer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Widerstand (4) aus einer einteiligen Doppelspirale aus Siliziumkarbid besteht.

8. Elektrischer Erhitzer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß jedes tote Rohr (5) aus Siliziumkarbid hergestellt ist.

9. Elektrischer Erhitzer nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwei tote Rohre (5a, 5b) beiderseits jedes Widerstandes (4') in der Querebene angeordnet sind, in der der Widerstand liegt, mit dem sie eine erste Reihe bilden, und daß eine zweite, mit drei toten Rohren (5c, 5d, 5e) gebildete Reihe in einer anderen Querebene angeordnet ist, die von der

vorgenannten Ebene um eine ungefähr gleiche Entfernung getrennt ist wie der Abstand (B) zwischen jedem toten Rohr der ersten Reihe und dem Widerstand dieser ersten Reihe und wie die Hälfte des Zwischenraums (C) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Widerständen einer jeden Gruppe.

10. Elektrischer Erhitzer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß er aus drei Widerstandsgruppen ( $G_1, G_2$  und  $G_3$ ) mit jeweils fünf, sieben und neun Widerständen besteht.

11. Elektrischer Erhitzer nach irgendeinem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er mit einem Heißgasregelsystem versehen ist, das aus einer Vielzahl von Thyristoren ( $T_1, T_2, T_3$ ), d. h. einem Thyristor je Widerstandsgruppe, besteht, wobei jeder Thyristor die Versorgung der Widerstandsgruppe ( $G_1, G_2, G_3$ ) kontrolliert, mit der er verbunden ist.

12. Elektrischer Erhitzer nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß er ferner ein Sicherheitssystem (S) besitzt, das die Heizung unterbricht, wenn der Versorgungsstärkeunterschied zwischen zwei Widerstandsgruppen einen vorgegebenen Wert überschreitet.

13. Elektrischer Erhitzer nach Anspruch 11, bestehend aus drei Widerstandsgruppen ( $G_1, G_2, G_3$ ), dadurch gekennzeichnet, daß jede Gruppe durch eine Phase einer Drehstromquelle versorgt ist und daß ein Satz von drei Thyristoren ( $T_1, T_2, T_3$ ) mit Phasenverschiebungswinkelkontrolle vorgesehen ist.

14. Elektrischer Erhitzer nach den Ansprüchen 12 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitssystem (S) so vorgesehen ist, daß es den Stärkeunterschied zwischen den verschiedenen Phasen feststellen kann.

### Claims

1. Electric gas heater comprising an isolated refractory envelope (1) of oblong shape provided at one end with an opening (2) for the inlet of the gas to be heated and at the other end with an opening (3) for the exit of hot gas and a multiplicity of electric heating resistors (4) arranged inside the envelope (1) in a cross direction to the latter, characterized in that each resistor (4) is surrounded by a multiplicity of dead tubes (5) heated by radiation.

2. Electric gas heater according to claim 1, characterized in that the resistors (4) are distributed in several groups ( $G_1, G_2, G_3$ ), the resistors of a same group being parallel fed electrically, and in that the number of resistors of each group increases from one group to the next one in the direction of the gas flow.

3. Electric gas heater according to either claims 1 or 2, characterized in that the dead tubes (5) are arranged in parallel with the resistors.

4. Electric gas heater according to either claims 2 or 3, characterized in that it is provided, between the group ( $G_3$ ) comprising the largest

number of resistors and the exit opening (3) of hot gas, a bundle (F) of dead tubes (5) arranged in a cross direction to the envelope (1).

5. Electric gas heater according to the claim 4, characterized in that the dead tubes (5) of the said bundle (F) are arranged in parallel with the resistors (4). 5

6. Electric gas heater according to anyone of the claims 1 to 5, characterized in that the resistors (4) are fixed vertically hanging inside the envelope (1) the latter being arranged horizontally. 10

7. Electric gas heater according to anyone of the claims 1 to 6, characterized in that each resistor (4) is made up of a nondivided silicon carbide double spiral. 15

8. Electric gas heater according to anyone of the claims 1 to 6, characterized in that each dead tube (5) is fabricated with silicon carbide.

9. Electric gas heater according to anyone of the claims 3 to 7, characterized in that two dead tubes (5a, 5b) are set out on both sides of each resistor (4') in the transverse plane containing the said resistor with which they define a first row, and in that a second row composed of three dead tubes (5c, 5d, 5e) is set out in an other transverse plane separated from the preceding one at a distance substantially equal to spacing (B) which exists between each dead tube of the first row and the resistor of the said first row and to the half of the interval (C) which separates two consecutive resistors of the same group. 20 25 30

10. Electric gas heater according to the claim 9, characterized in that it consists of three groups of resistors ( $G_1$ ,  $G_2$  and  $G_3$ ) having respectively five, seven and nine resistors. 35

11. Electric gas heater according to anyone of preceding claims, characterized in that it includes a temperature regulating system of the exit hot gas comprising a multiplicity of thyristors ( $T_1$ ,  $T_2$  and  $T_3$ ), that is to say one thyristor per group of resistors, each thyristor controlling the supply of the group of resistors ( $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ ) to which it is related. 40

12. Electric gas heater according to the claim 11, characterized in that it comprises in addition, a security system (S) which cuts off the heating when the power deviation between the power feeding of two groups of resistors exceeds a preselected value. 45 50

13. Electric gas heater according to the claim 11, comprising three groups of resistors ( $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ ), characterized in that each group is supplied by one phase of a three-phase source and in that a set of three thyristors ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) is provided with a phase angle control. 55

14. Electric gas heater according to the claims 12 and 13, characterized in that the security system (S) is provided to detect the power deviation between different phases. 60

65

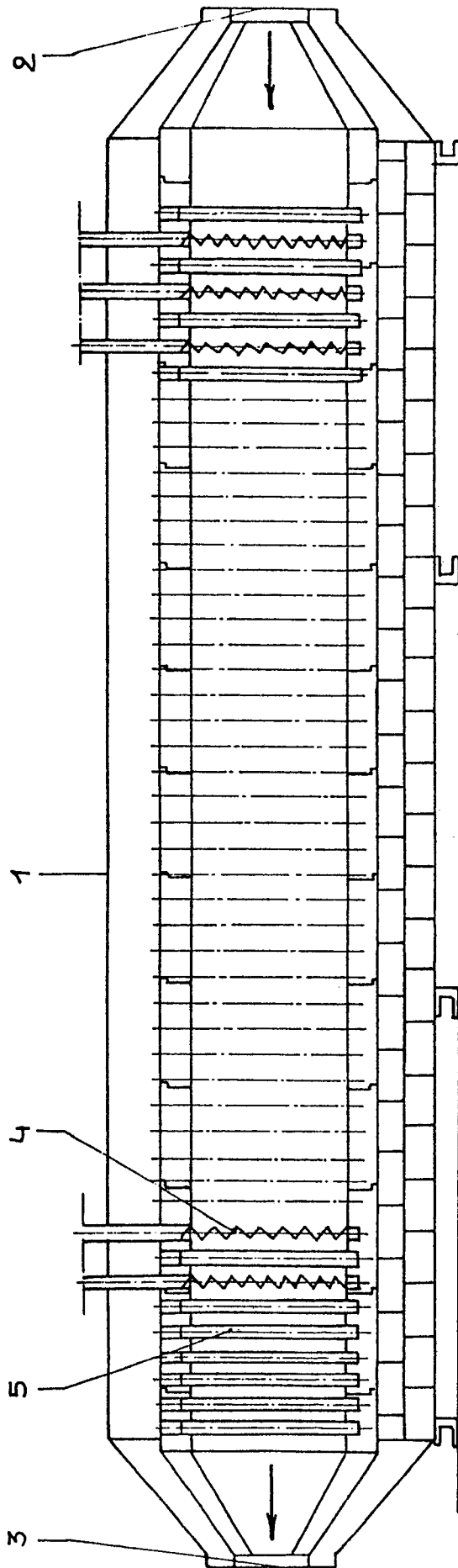


FIG: 1

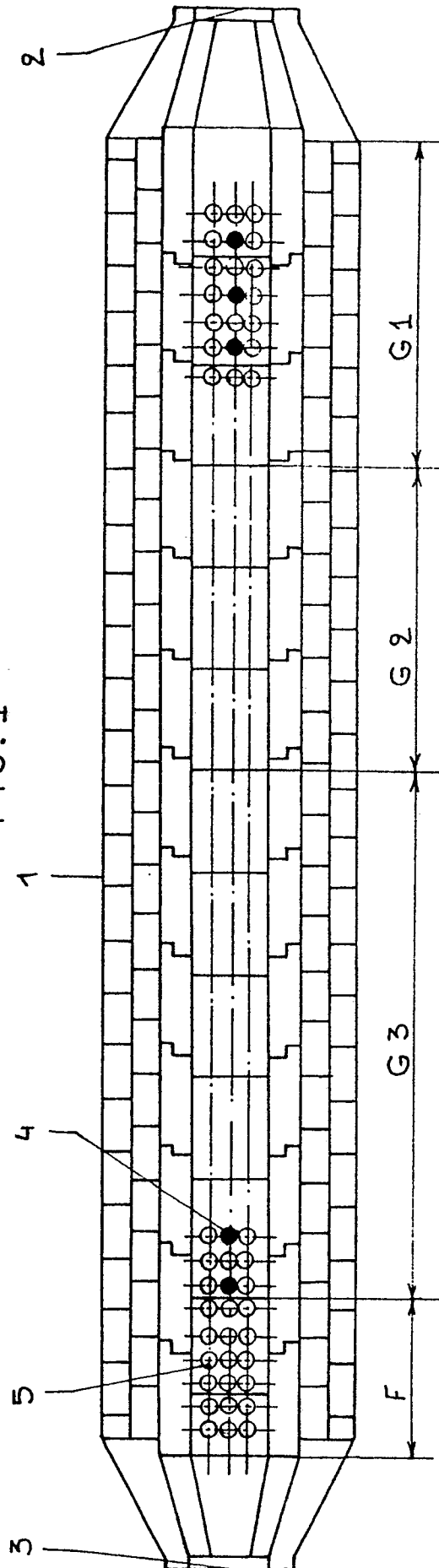


FIG: 2

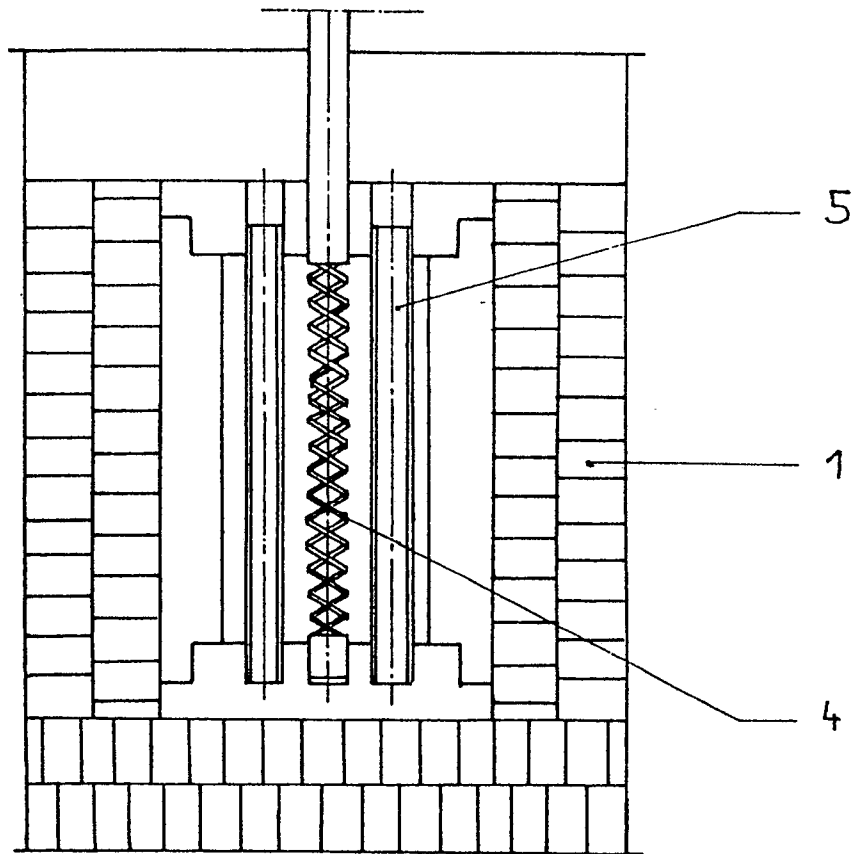


FIG: 3



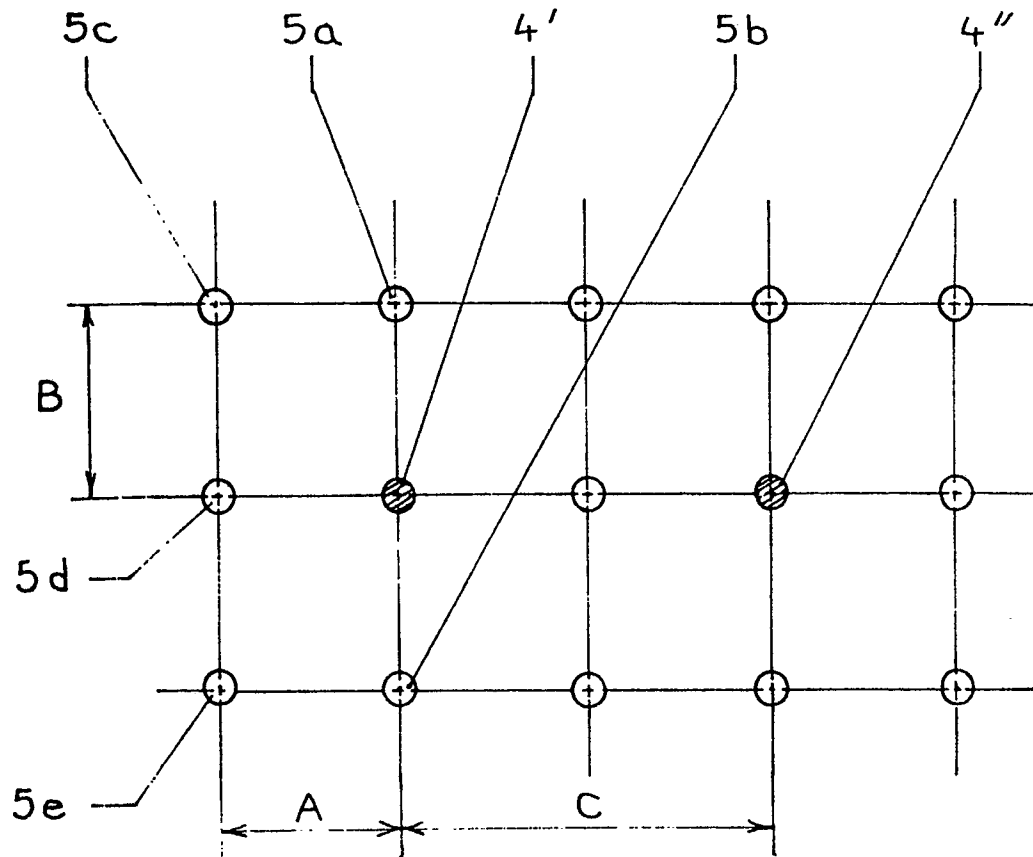


FIG: 4

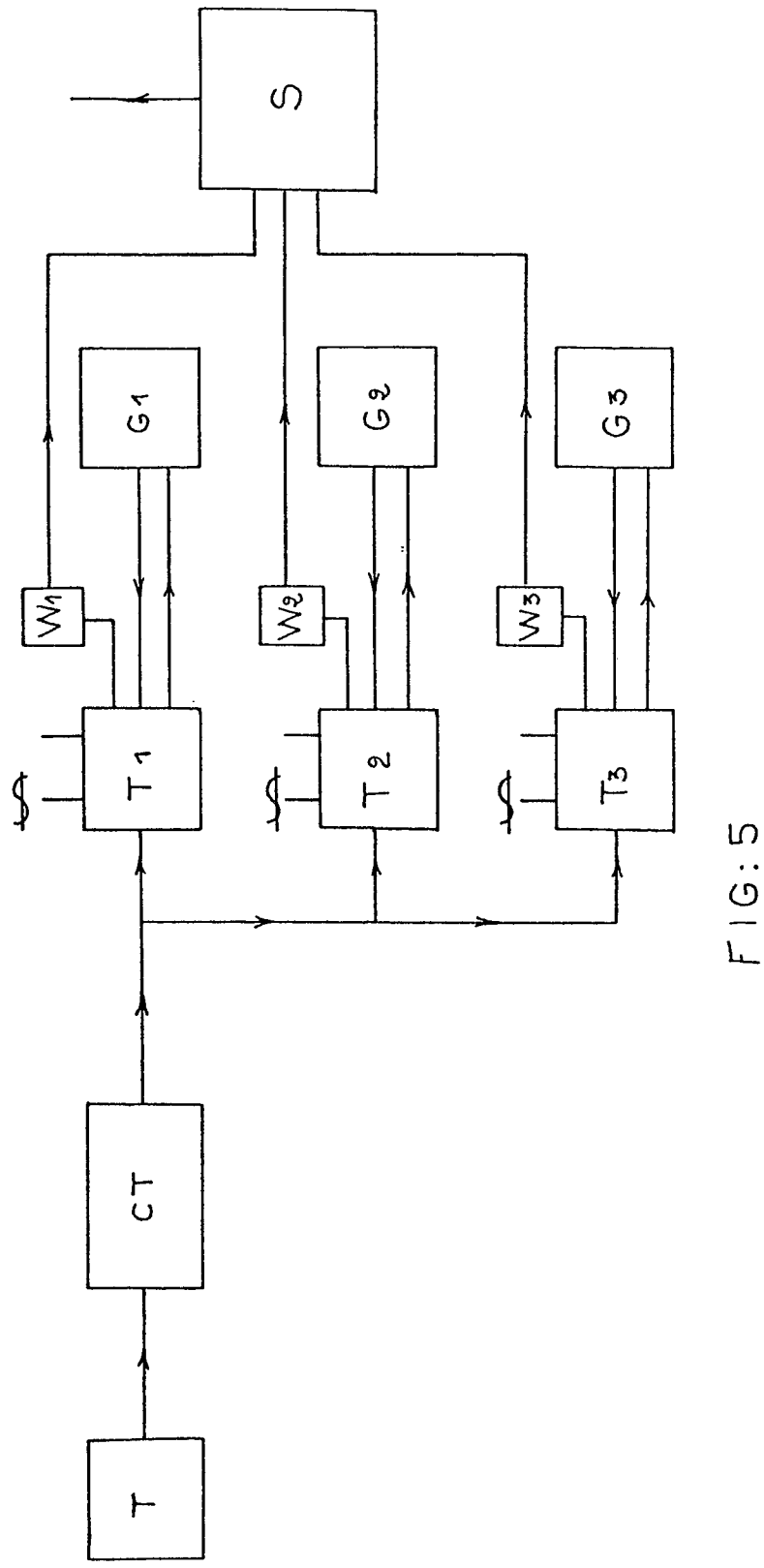


FIG: 5