

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 015 172

②1 N° d'enregistrement national : **13 62509**

⑤1 Int Cl⁸ : **H 05 B 3/16** (2013.01), **H 05 B 3/58**, **F 16 L 53/00**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12.12.13.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 19.06.15 Bulletin 15/25.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : **TOTAL SA Société anonyme** — FR.

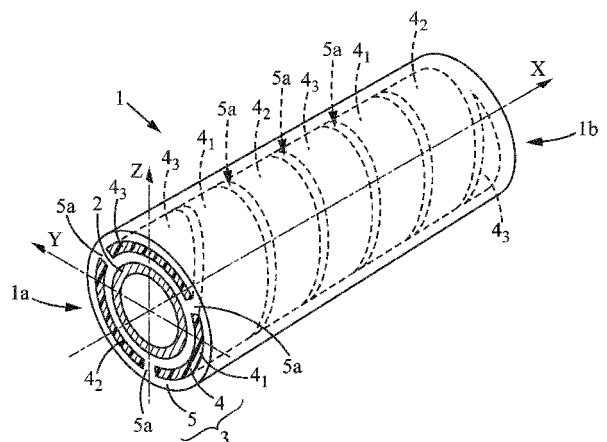
⑦2 Inventeur(s) : **LEWANDOWSKI ALEXANDRE, REY-BETHBEDER FRANCK, DELAPORTE DOMINIQUE, LECHON ALAIN, GELI MAURICE et BUZARE YANN.**

⑦3 Titulaire(s) : **TOTAL SA Société anonyme.**

⑦4 Mandataire(s) : **CABINET PLASSERAUD.**

⑤4 **DISPOSITIF DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE.**

⑤7 Dispositif de chauffage électrique comprenant un support (2) et une couche de chauffage (3) en composite de fibres de carbone sur le support et connectée à une alimentation électrique pour réchauffer le dispositif. La couche de chauffage (3) a un volume qui comprend une partie de circuit (4) conductrice d'électricité qui s'étend selon au moins une ligne continue, et une partie d'isolation (5) non conductrice d'électricité qui remplit le reste du volume de la couche de chauffage.



FR 3 015 172 - A1



Dispositif de chauffage électrique

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention est relative à un dispositif
5 de chauffage électrique, par exemple une conduite
chauffante pour le transport d'un fluide nécessitant au
moins occasionnellement un réchauffage, ledit fluide
comprenant par exemple un hydrocarbure.

10 ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Plus particulièrement, l'invention concerne un
dispositif de chauffage électrique comprenant :

- un support qui s'étend selon une surface,
- une couche de chauffage située sur ledit support,

15 ladite couche de chauffage comprenant un premier matériau
conducteur d'électricité, ledit premier matériau comprenant
des premières fibres en carbone noyées dans une première
matrice en polymère, et ladite couche de chauffage étant
destinée à être connectée à une alimentation électrique
20 pour chauffer ledit dispositif.

Le dispositif peut prendre diverses formes. Il peut
être une plaque sensiblement plane, ou une plaque
recourbée, ou une membrane flexible par exemple en
élastomère, ou une conduite.

25 Une conduite chauffante est par exemple utilisée
pour le transport d'un fluide comprenant un hydrocarbure,
tel que décrit dans le document FR-2958991. En effet, ces
conduites sont couramment utilisées dans des environnements
très froids, à terre comme en mer, et parfois en mer à une
30 très grande profondeur. Dans ces conditions, le fluide peut
soit se congeler, soit se coaguler, soit présenter la
formation de paraffine ou d'hydrates, ce qui peut générer
des bouchons et entraver le transport du fluide dans la
conduite. C'est pourquoi les conduites sont parfois
35 réchauffées, par exemple par l'effet Joule d'un courant
électrique passant dans une couche conductrice.

Une membrane flexible chauffante ou couverture chauffante est décrite dans le document FR-2958994. Cette couverture chauffante est par exemple enroulée autour d'une conduite non chauffante pour réchauffer le fluide.

5 Tous ces dispositifs comprennent une couche de chauffage en fibres de carbone qui s'étend sur toute la surface de leur support.

EXPOSE DE L'INVENTION

10 La présente invention a pour but de perfectionner les dispositifs chauffants électriques précédents.

A cet effet, un dispositif de ce type est **caractérisé en ce que** la couche de chauffage a un volume qui comprend :

15 - une partie de circuit composée du premier matériau conducteur d'électricité et qui s'étend selon au moins une ligne continue entre des extrémités reliées directement ou indirectement à l'alimentation électrique, et

20 - une partie d'isolation composée d'un deuxième matériau non conducteur d'électricité et qui remplit le reste du volume de la couche de chauffage, ladite partie d'isolation isolant électriquement la partie de circuit dans la couche de chauffage.

25 Grâce à ces dispositions, le réchauffement peut être localisé principalement dans la surface de la couche de chauffage correspondant à la partie de circuit. Cela permet d'adapter le dispositif de chauffage, de chauffer uniquement des zones nécessaires, et de dépenser moins
30 d'énergie électrique.

En outre, cela permet de mettre dans une unique couche de chauffage plusieurs lignes électriques, et donc de complexifier le circuit électrique. Notamment, il est possible d'utiliser une alimentation multiphasée, biphasée
35 ou triphasée. Il est aussi possible de faire dans la même couche de chauffage le retour d'une première ligne dans une

seconde ligne. La connexion électrique de la couche de chauffage peut ainsi être simplifiée et notamment localisée à un seul endroit du dispositif de chauffage électrique.

Enfin, on évite d'empiler plusieurs couches de chauffage, isolées les unes de autres par une couche intermédiaire d'isolation électrique. Il est ainsi possible d'obtenir un dispositif de chauffage avec une épaisseur réduite.

10 Dans divers modes de réalisation du dispositif selon l'invention, on peut éventuellement avoir recours en outre à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes.

Selon un aspect de l'invention, le deuxième matériau comprend des deuxième fibres noyées dans une deuxième matrice en polymère, lesdites deuxième fibres étant non conductrices d'électricité.

Selon un aspect de l'invention, les deuxième fibres sont des fibres de verre.

20 Selon un aspect de l'invention, le polymère de la deuxième matrice est identique au polymère de la première matrice.

Selon un aspect de l'invention, la partie de circuit comprend au moins deux lignes continues et séparées l'une de l'autre par des portions de séparation de la partie d'isolation.

25 Selon un aspect de l'invention, la partie de circuit comprend trois lignes continues et séparées l'une de l'autre par des portions de séparation de la partie d'isolation, chaque ligne étant alimentée par une phase d'une alimentation triphasée.

30 Selon un aspect de l'invention, chaque ligne comprend une section de ligne dans un plan sensiblement perpendiculaire à la surface, lesdites sections de ligne étant alternées avec les portions de séparation de partie d'isolation dans au moins une première direction dudit plan sensiblement parallèle à la surface.

Selon un aspect de l'invention, les sections de ligne sont alternativement décalées dans une deuxième direction sensiblement perpendiculaire à la première direction et dans une direction opposée à ladite deuxième direction.

Selon un aspect de l'invention, les sections de ligne ont sensiblement toutes la même surface.

Selon un aspect de l'invention, les sections de ligne ont une forme au moins deux fois plus allongée dans la première direction que dans une deuxième direction sensiblement perpendiculaire à la première direction.

Selon un aspect de l'invention, la couche de chauffage est réalisée par dépôt sur le support d'une pluralité de premières bandes composites composées du premier matériau et d'une pluralité de deuxièmes bandes composites composées du deuxième matériau, des positions de dépôt desdites premières et deuxièmes bandes composites déterminant la formation de la partie de circuit et de la partie d'isolation de la couche de chauffage.

Selon un aspect de l'invention :

- le support est un tube creux s'étendant dans une direction longitudinale et destiné à transporter un fluide comprenant un hydrocarbure, ledit tube ayant au moins une surface externe électriquement isolante, et

- la couche de chauffage est sensiblement une couche de forme cylindrique au dessus du tube.

Selon un aspect de l'invention, la ligne a une forme en hélice autour dudit tube, et la partie d'isolation a une portion de séparation qui s'étend entre chaque tour de l'hélice.

Selon un aspect de l'invention, le support est une membrane souple destinée à recouvrir au moins une zone d'un dispositif de transport d'un fluide comprenant un hydrocarbure, et la couche de chauffage est une couche qui recouvre au moins une face de ladite membrane.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description suivante d'au moins un de ses modes de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif, en regard des dessins joints.

Sur les dessins :

- la figure 1a est une vue en coupe longitudinale d'un premier mode de réalisation d'une conduite chauffante composite selon l'invention ;

- la figure 1b est une vue transversale de côté de la conduite de la figure 1a ;

- la figure 2 est une vue en perspective d'un deuxième mode de réalisation d'une conduite chauffante selon l'invention ;

- les figures 3a à 3f sont des vues transversales de couches de chauffages de dispositifs chauffants tels qu'une conduite ou couverture ;

- la figure 4 est une vue en perspective d'un mode de réalisation d'une couverture chauffante selon l'invention.

Sur les différentes figures, les mêmes références numériques désignent des éléments identiques ou similaires.

DESCRIPTION DETAILLEE DE MODES DE REALISATION

Dans la présente description, les termes « avant » et « arrière » sont utilisés par rapport à la direction longitudinale X. Les termes « supérieur » ou « vers le haut » et « inférieur » ou « vers le bas » sont utilisés par rapport à la direction verticale Z, vers le haut, perpendiculaire à la direction longitudinale X et à la direction transversale Y.

Le dispositif de chauffage électrique de la présente invention peut être une couverture chauffante, une plaque chauffante, une conduite chauffante, ou tout autre dispositif de forme quelconque qui comprend une surface

recouverte d'une couche dite « couche de chauffage ». Cette couche de chauffage comprend des fibres de carbone noyées dans une matrice en polymère, lesdites fibres de carbone permettant de faire passer un courant électrique qui réchauffe la couche par effet Joule.

Le terme « couverture » de la présente invention doit être compris comme étant un dispositif ayant une forme de membrane souple, pouvant être déformée pour entourer ou envelopper un dispositif de transport d'un fluide, tel qu'une conduite, une vanne, ou une tête de puits.

Le terme « conduite » de la présente invention doit être compris comme étant un dispositif comprenant un tube pour transporter un fluide au moins entre une entrée et une sortie, le dispositif pouvant comporter d'autres éléments, tels qu'une vanne, ou des dérivations multiples.

Le document FR-2958991 décrit une conduite comprenant une seule couche de chauffage comprenant des fibres de carbones pour conduire de l'électricité, et des couches d'isolation électrique (par exemple en fibre de verre). Il est possible de superposer plusieurs couches de chauffages en intercalant une couche d'isolation entre chaque couche de chauffage, afin de construire une conduite multicouche. Par exemple, on peut avoir une conduite avec deux couches de chauffage empilées, la deuxième couche de chauffage réalisant un retour électrique vers une unique extrémité d'alimentation. Par exemple, on peut avoir une conduite avec trois couches chauffage empilées, adaptée par exemple à une alimentation triphasée.

Les **figures 1a, 1b et 2** présentent une conduite 1 selon l'invention en coupe longitudinale selon le plan XZ et en coupe transversale selon le plan YZ. Dans ces figures, seule une moitié supérieure au dessus de l'axe X est présentée, l'autre moitié inférieure étant sensiblement identique par symétrie par rapport à l'axe X. Cependant, on comprendra que tout dispositif avec ou sans symétrie est

possible.

La conduite 1 comprend un tube 2 creux, s'étendant dans la direction longitudinale d'axe X entre des première et deuxième extrémités 1a, 1b. Ce tube 2 comprend une surface interne 2a à proximité de l'axe X, et une surface externe 2b plus éloignée de l'axe X. A l'intérieur de la surface interne 2a s'étend une cavité 2c entre une entrée et une sortie de la cavité situées à chacune des extrémités. La cavité 2c est adaptée pour transporter le fluide entre lesdites entrée et sortie.

La conduite 1 a une section de forme sensiblement cylindrique dans le plan YZ, mais d'autres formes pourraient être réalisées.

Le tube 2 peut être réalisé avec un matériau électriquement conducteur, tel que de l'acier, comme cela est représenté sur les figures.

Le tube 2 peut être réalisé avec un matériau électriquement non conducteur (isolant), par exemple un polymère. Ce matériau peut être un polyamide (PA), ou un polyfluorure de vinylidène (PVDF). Ce matériau peut également être un matériau composite comprenant des fibres noyées dans une matrice en polymère. Ces fibres sont par exemple en verre.

La surface externe 2b de ce tube 2 est un support.

Autour de ce support (par exemple sur ce support), il y a au moins une couche de chauffage 3.

La conduite peut comprendre d'autres couches. Par exemple, le tube peut être recouvert d'une couche de protection pour limiter la corrosion dudit tube, généralement en acier. Par exemple, le tube peut être aussi recouvert d'une couche d'adhésion pour faciliter l'adhésion de la couche suivante (couche de chauffage 3) sur ledit tube. Par exemple, la conduite peut aussi comprendre une couche d'isolation thermique, par exemple au dessus de la couche de chauffage 3. Par exemple, la conduite peut aussi comprendre une ou plusieurs couches d'isolation électrique,

en dessous ou au dessus de la couche de chauffage 3.

La couche de chauffage 3 est un composite comprenant au moins un premier matériau conducteur d'électricité, composé de premières fibres en carbone
 5 noyées dans une première matrice en polymère. Ce polymère est avantageusement une résine époxy, un polyamide (PA), ou un polyfluorure de vinylidène (PVDF).

Les fibres de carbone sont aptes à conduire un courant électrique pour chauffer le tube par effet Joule.
 10 La résistivité des fibres de carbone, ayant par exemple pour valeur $\rho_{\text{fibre_carbone}} = 1,9 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot m$ à une température de 20°C, ce qui est sensiblement 1100 fois plus résistif que le cuivre à 20°C. C'est pourquoi, lorsque l'on utilise un tel matériau pour réaliser une couche de chauffage, celle-ci
 15 recouvre toute la surface du support sur une certaine épaisseur afin d'obtenir la résistivité linéique désirée. Cependant, cette résistivité reste extrêmement faible à comparer d'un matériau isolant tel que le verre. La résistivité du verre a par exemple pour valeur
 20 $\rho_{\text{verre}} = 10^{17} \Omega \cdot m$.

La couche de chauffage 3 selon l'invention est ainsi un composite qui recouvre le tube 2, mais elle est plus complexe que celles de l'art antérieur. Elle comprend deux parties dans son volume :

25 - une partie de circuit 4, réalisée avec le premier matériau conducteur d'électricité, à savoir des premières fibres en carbone noyées dans une première matrice en polymère, et

30 - une partie d'isolation 5, réalisée avec un deuxième matériau non conducteur d'électricité, et qui remplit le reste du volume de la couche de chauffage pour isoler électriquement la partie de circuit dans la couche de chauffage.

La partie de circuit 4 s'étend en outre selon au
 35 moins une ligne continue entre des extrémités qui sont reliées directement ou indirectement à des moyens

d'alimentation électrique qui amène le courant électrique à la couche de chauffage 3 pour chauffer la conduite 1.

La couche de chauffage 3 selon l'invention n'est donc pas une couche continue de matériau conducteur d'électricité recouvrant la surface du support (exemple :
5 tube). La couche de chauffage comprend au moins un circuit conducteur isolé électriquement dans un matériau non conducteur. Il est ainsi possible de concevoir une couche de chauffage 3 avec un circuit adapté pour chauffer des
10 zones prédéterminées. On dépense ainsi moins d'énergie électrique.

Le deuxième matériau est avantageusement composé de deuxièmes fibres noyées dans une deuxième matrice en polymère. Ces deuxièmes fibres sont non conductrices
15 d'électricité (isolantes).

La couche de chauffage 3 est donc un composite comprenant deux types de fibres : des fibres conductrices de carbone et des fibres non conductrices. Grâce à cette structure composite avec des fibres, la couche de
20 chauffage 3 est mécaniquement très résistante.

En variante, les deuxièmes fibres sont en verre ou en aramide (par exemple un para-aramide vendu sous le nom commercial kevlar). La couche de chauffage 3 est ainsi encore plus résistante mécaniquement.

En variante, les première et/ou deuxième fibres sont un mélange de fibres. Par exemple, les premières fibres sont un mélange de fibres en carbone et de fibre en verre, ou un mélange de fibres en carbone et de fibres en aramide. Par exemple, les deuxièmes fibres sont un mélange
25 de fibres en verre et de fibres en aramide. Les conductivités électriques de la partie de circuit 4 et de la partie d'isolation 5 peuvent ainsi être prédéterminées et adaptées chacune à l'application.
30

En variante, le polymère de la deuxième matrice et le polymère de la première matrice sont identiques. La
35 couche de chauffage 3 forme donc un seul composite avec la

même matrice polymère. Cette couche a ainsi une continuité de matériau qui la rend encore plus résistante mécaniquement.

La couche de chauffage 3 de la conduite 1 est par exemple fabriquée par des moyens connus en utilisant des bandes préformées de composite de deux types (composées du premier matériau ou du deuxième matériau), chaque bande préformée s'étendant selon une direction et comprenant des fibres (carbone, verre ou kevlar) noyées dans une matrice de polymère. Les fibres sont éventuellement orientées dans la direction de la bande préformée.

Le volume de la couche de chauffage 3 s'étend par exemple selon une épaisseur constante sur le support, (tube 2), dans une direction perpendiculaire à sa surface. La couche de chauffage 3 de la conduite 1 est une couche cylindrique située sur le tube 2.

La couche de chauffage 3 de la conduite 1 représentée en figure 1b comprend une partie de circuit 4 comprenant quatre lignes disposées à l'intérieur de la couche de chauffage 3, chaque ligne étant recouverte sur tous ses côtés latéraux par la partie d'isolation 5. Notamment, la partie d'isolation 5 comprend des portions de séparation 5a situées entre chaque ligne pour les séparer les unes des autres, et ainsi les isoler électriquement.

Cependant la couche de chauffage 3 de l'invention peut comprendre une seule ligne, deux lignes, ou trois lignes ou plus. Les positions, formes longitudinales ou transversales de ces lignes peuvent également varier.

Grâce, à une unique couche de chauffage 3 qui comprend plusieurs lignes conductrices d'électricité, on évite l'empilement alterné de couches de chauffage et de couches d'isolation de l'art antérieur, dans lequel ces couches recouvrent à chaque fois toute la surface du support. Le dispositif de chauffage selon l'invention a donc une épaisseur plus faible (dimension plus petite dans la deuxième direction R1).

Par exemple, chaque ligne de la partie de circuit 4 peut être une ligne sensiblement rectiligne qui s'étend dans la direction longitudinale X, ou une ligne qui s'étend dans une direction inclinée par rapport à la direction
5 longitudinale X.

Dans la vue en coupe de la figure 1b, dans un plan perpendiculaire à la direction longitudinale X, chaque ligne a une section de ligne 4a ayant une forme prédéterminée, par exemple une forme de rectangle ou une
10 forme de rectangle courbé pour s'adapter à la forme du tube. Cette section de ligne 4a permet de faire passer le courant électrique nécessaire au réchauffement de la conduite 1.

En variante, chaque ligne peut s'étendre selon une
15 courbe quelconque prédéterminée au dessus du support (tube 2).

Chaque ligne forme un fil ou élément conducteur d'un circuit.

Les extrémités des lignes sont aptes à être reliées
20 directement ou indirectement à des moyens d'alimentation électrique pour faire passer du courant.

Le type d'alimentation électrique (courant continu, courant alternatif, courant biphasé ou triphasé) est adapté au nombre de lignes dans la partie de circuit 4 et à leurs
25 caractéristiques (section de ligne 4a, longueur de ligne, résistivité du matériau).

Des extrémités de lignes situées à une seule extrémité de la conduite sont éventuellement interconnectées entre elles pour former un circuit
30 électrique en étoile plus adapté à une alimentation de type multiphasée. La connexion électrique est ainsi simplifiée, et d'un seul côté du dispositif 1.

En variante, les lignes sont indépendantes les unes des autres. Eventuellement, l'alimentation comprend des
35 moyens de commutation pour alimenter une ou plusieurs des lignes disponibles. Le chauffage du dispositif peut être

ainsi régulé.

En **figure 2**, la conduite 1 comprend une partie de circuit 4 qui comprend trois lignes de références 4_1 , 4_2 et 4_3 .

5 Chaque ligne forme une hélice autour du tube 2 qui s'étend tour après tour autour du tube dans la direction longitudinale X. Les hélices des trois lignes sont imbriquées l'une dans l'autre, de sorte que dans la direction longitudinale X les lignes 4_1 , 4_2 et 4_3 sont
10 alternées. Les première et deuxième extrémités 1a, 1b ont ainsi dans leur section transversale des mêmes sections de ligne.

La partie d'isolation 5 de la couche de chauffage 3 de cette conduite chauffante 1 comprend des portions de
15 séparation 5a qui s'étendent entre chaque tour de l'hélice d'une ligne et/ou entre chaque ligne 4_1 , 4_2 et 4_3 . Les tours de l'hélice d'une ligne sont isolés l'un de l'autre, et les lignes sont isolées les unes des autres.

Cette conduite 1 à trois lignes est avantageusement
20 alimentée avec une alimentation électrique triphasée.

En figures 3a à 3f sont représentées des variantes de coupes d'un dispositif de chauffage 1, permettant d'illustrer des variantes de positions et formes de sections de lignes 4a dudit dispositif.

25 Par exemple, les représentations de ces sections correspondent à des sections de conduites cylindriques représentées en développé selon une première direction T rectiligne correspondant à une direction tangentielle à la conduite. Les deuxième directions R1, R2, R3 correspondent
30 à des directions radiales de la conduite.

Par exemple, ces représentations peuvent ainsi correspondre aussi à des sections de couverture chauffante sensiblement plane et telle que décrite plus loin, et illustré en figure 4, la première direction correspondant à
35 une direction dans le plan de la couverture (surface S), et la deuxième direction R1 correspondant à une direction

perpendiculaire ou normale à cette surface.

Ces figures peuvent représenter ainsi des coupes de conduites ayant deux lignes. Dans ce cas, on considère que la direction R1 correspond à une position angulaire de 0° ,
5 que la direction R2 correspond à une position angulaire de 180° , et que la direction R3 correspond à une position angulaire de 360° . Mais, ces figures peuvent représenter des coupes de conduites avec moins de lignes ou plus de lignes, le motif étant répétable ou périodique. Il suffit
10 de définir les valeurs des positions angulaires des directions R1, R2 et R3.

Selon une première variante en figure 3a, les sections de ligne 4a des deux lignes 4_1 et 4_2 sont des tronçons rectangulaires séparés et isolés les uns des
15 autres dans la première direction T par la portion de séparation 5a de la partie d'isolation 5.

Les lignes 4_1 et 4_2 sont également séparées ou isolées dans les deuxième directions R1, R2, R3 par des couches d'isolations 5b de la partie d'isolation 5.

20 Ces séparations ou isolations sont remplies du deuxième matériau non conducteur d'électricité de la partie d'isolation 5. Ainsi, les lignes sont enveloppées dans ce matériau d'isolation électrique.

Selon une deuxième variante en figure 3b, les
25 sections de ligne 4a sont de plus décalées dans la deuxième direction R1 alternativement (une sur deux dans la première direction T). La partie d'isolation 5 a une forme en crochet ou en créneau passant en dessous d'une première ligne puis au dessus d'une deuxième ligne adjacente
30 (alternativement dessus et dessous les lignes).

Selon une troisième variante en figure 3c, les épaisseurs dans la deuxième direction R1 des lignes (partie de circuit 4) et de la partie d'isolation 5 sont identiques. Chaque ligne a ainsi une épaisseur faisant la
35 moitié de l'épaisseur de la couche de chauffage 3.

Selon une quatrième variante en figure 3d, les

sections de ligne 4a ne sont plus rectangulaires mais en forme de losange, de sorte qu'elles ont des faces inclinées par rapport à la deuxième direction R1.

5 Selon une cinquième variante en figure 3e, les sections de ligne 4a ont une forme de trapèze. Les sections de ligne 4a sont alternativement (une sur deux dans la première direction T) inversées. Une deuxième ligne a une forme de trapèze inversée par rapport à celle d'une première ligne. Les trapèzes successifs et adjacents se
10 combinent pour que la portion de séparation 5a qui les sépare a une épaisseur sensiblement constante.

Selon une sixième variante en figure 3f, les sections de ligne 4a ont des surfaces et/ou formes différentes. Par exemple, une première ligne 4₁ proche du
15 support 2 le recouvre entièrement. Ensuite, une couche d'isolation 5b de la partie d'isolation 5 recouvre entièrement cette première ligne. Puis, plusieurs lignes 4₂, 4₃ sont situées sur cette couche d'isolation 5b et sont séparées les unes des autres par des portions de
20 séparation 5a.

La figure 4 présente un autre type de dispositif de chauffage électrique 1 selon l'invention: une couverture chauffante.

25 Cette couverture chauffante 1 sensiblement flexible, s'étend selon une surface S approximativement dans un plan XY. Elle comprend une première face F1 (face inférieure) et une deuxième face F2 (face supérieure) dans la direction Z.

30 Dans cette direction Z, la couverture chauffante 1 est constituée au moins :

- d'un support 2 sensiblement plan, et
- d'une couche de chauffage 3 sur ledit support 2.

35 La couche de chauffage 3 comprend une partie de circuit 4 et une partie d'isolation 5.

La partie de circuit 4 comprend au moins une ligne

continue entre des extrémités reliées directement ou indirectement à l'alimentation électrique.

La partie d'isolation 5 isole électriquement la ligne dans la couche de chauffage 3 au moins dans les directions de la surface S (plan XY de la figure 4), par des portions de séparation 5a.

Grâce à ces dispositions, la couche de chauffage 3 forme un circuit électrique qui peut être prédéterminé pour réchauffer plus certaines zones et pour chauffer moins d'autres zones. Une ligne peut être le retour d'une autre, et les connexions électriques sont simplifiées et/ou réunis d'un seul côté du dispositif. La couverture chauffante comprend moins de couches superposées (couche chauffante / couche d'isolations) et est donc plus flexible.

Les dispositions géométriques de la couche de chauffages 3 dans une coupe transversale (plan XZ) peuvent être similaires à celles décrites en figures 3a-3f.

Les dispositions des matériaux composants la partie de circuit 4 et la partie d'isolation 5 peuvent être identiques aux dispositions décrites pour la conduite chauffante 1 (figures 1-2).

La matrice utilisée pour les divers matériaux composites est avantageusement un polymère de type élastomère. La couverture 1 est ainsi flexible.

Toutes les variantes envisagées pour la conduite 1 et son alimentation sont également possibles pour la présente couverture chauffante.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de chauffage électrique comprenant :
- un support (2) qui s'étend selon une surface (S),
 - 5 - une couche de chauffage (3) située sur ledit support, ladite couche de chauffage comprenant un premier matériau conducteur d'électricité, ledit premier matériau comprenant des premières fibres en carbone noyées dans une première matrice en polymère, et ladite couche de chauffage
 - 10 étant destinée à être connectée à une alimentation électrique pour chauffer ledit dispositif, ledit dispositif **étant caractérisé en ce que** la couche de chauffage (3) a un volume qui comprend :
 - une partie de circuit (4) composée du premier
 - 15 matériau conducteur d'électricité et qui s'étend selon au moins une ligne continue entre des extrémités reliées directement ou indirectement à l'alimentation électrique, et
 - une partie d'isolation (5) composée d'un deuxième
 - 20 matériau non conducteur d'électricité et qui remplit le reste du volume de la couche de chauffage, ladite partie d'isolation isolant électriquement la partie de circuit dans la couche de chauffage.
- 25 2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le deuxième matériau comprend des deuxièmes fibres noyées dans une deuxième matrice en polymère, lesdites deuxièmes fibres étant non conductrices d'électricité.
- 30 3. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel les deuxièmes fibres sont des fibres de verre.
4. Dispositif selon la revendication 2 ou la revendication 3, dans lequel le polymère de la deuxième
- 35 matrice est identique au polymère de la première matrice.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la partie de circuit (4) comprend au moins deux lignes (4_1 , 4_2) continues et séparées l'une de l'autre par des portions de séparation (5a) de la partie d'isolation (5).

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la partie de circuit (4) comprend trois lignes continues et séparées l'une de l'autre par des portions de séparation (5a) de la partie d'isolation (5), chaque ligne étant alimentée par une phase d'une alimentation triphasée.

7. Dispositif la revendication 5, dans lequel chaque ligne (4_1 , 4_2) comprend une section de ligne (4a) dans un plan sensiblement perpendiculaire à la surface (S), lesdites sections de ligne étant alternées avec les portions de séparation (5a) de partie d'isolation (5) dans au moins une première direction (T) dudit plan sensiblement parallèle à la surface (S).

8. Dispositif selon la revendication 6, dans lequel les sections de ligne (4a) sont alternativement décalées dans une deuxième direction (R1) sensiblement perpendiculaire à la première direction (T) et dans une direction opposée à ladite deuxième direction.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, dans lequel les sections de ligne (4a) ont sensiblement toutes la même surface.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, dans lequel les sections de ligne (4a) ont une forme au moins deux fois plus allongée dans la première direction (T) que dans une deuxième direction (R1) sensiblement perpendiculaire à la première

direction.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel la couche de chauffage (3) est réalisée par dépôt sur le support (2) d'une pluralité de premières bandes composites composées du premier matériau et d'une pluralité de deuxièmes bandes composites composées du deuxième matériau, des positions de dépôt desdites premières et deuxièmes bandes composites déterminant la formation de la partie de circuit (4) et de la partie d'isolation (5) de la couche de chauffage (3).

12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel :

- 15 - le support (2) est un tube creux s'étendant dans une direction longitudinale (X) et destiné à transporter un fluide comprenant un hydrocarbure, ledit tube (2) ayant au moins une surface externe (2b) électriquement isolante, et
- 20 - la couche de chauffage (3) est sensiblement une couche de forme cylindrique au dessus du tube.

13. Dispositif selon la revendication 12, dans lequel la ligne a une forme en hélice autour dudit tube, et la partie d'isolation (5) a une portion de séparation (5a) qui s'étend entre chaque tour de l'hélice.

14. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel le support (2) est une membrane souple destinée à recouvrir au moins une zone d'un dispositif de transport d'un fluide comprenant un hydrocarbure, et la couche de chauffage (3) est une couche qui recouvre au moins une face de ladite membrane.

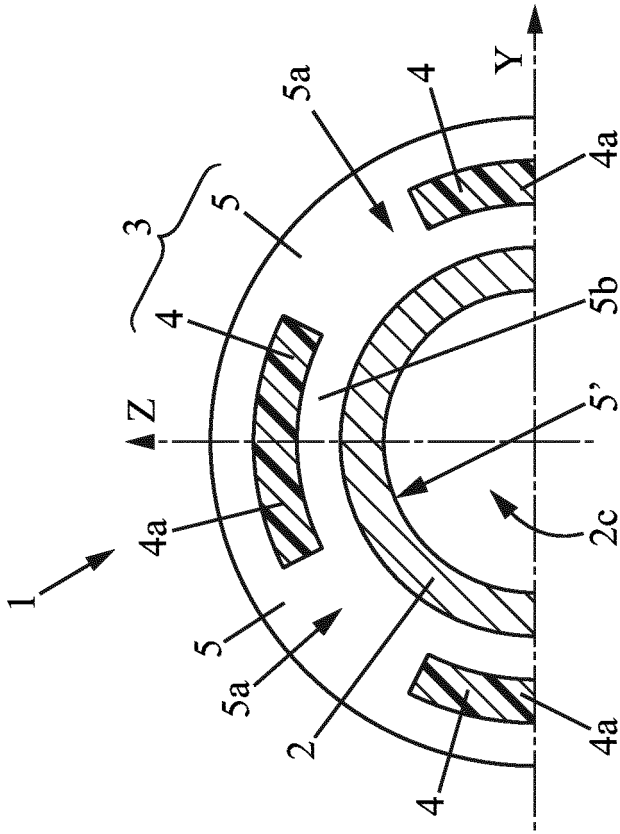


FIG. 1b

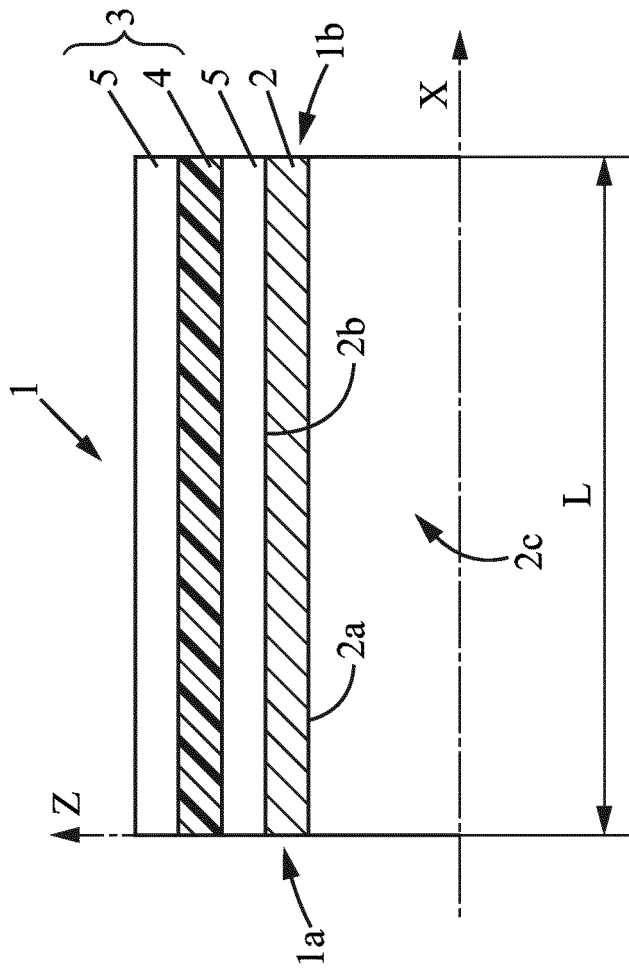


FIG. 1a

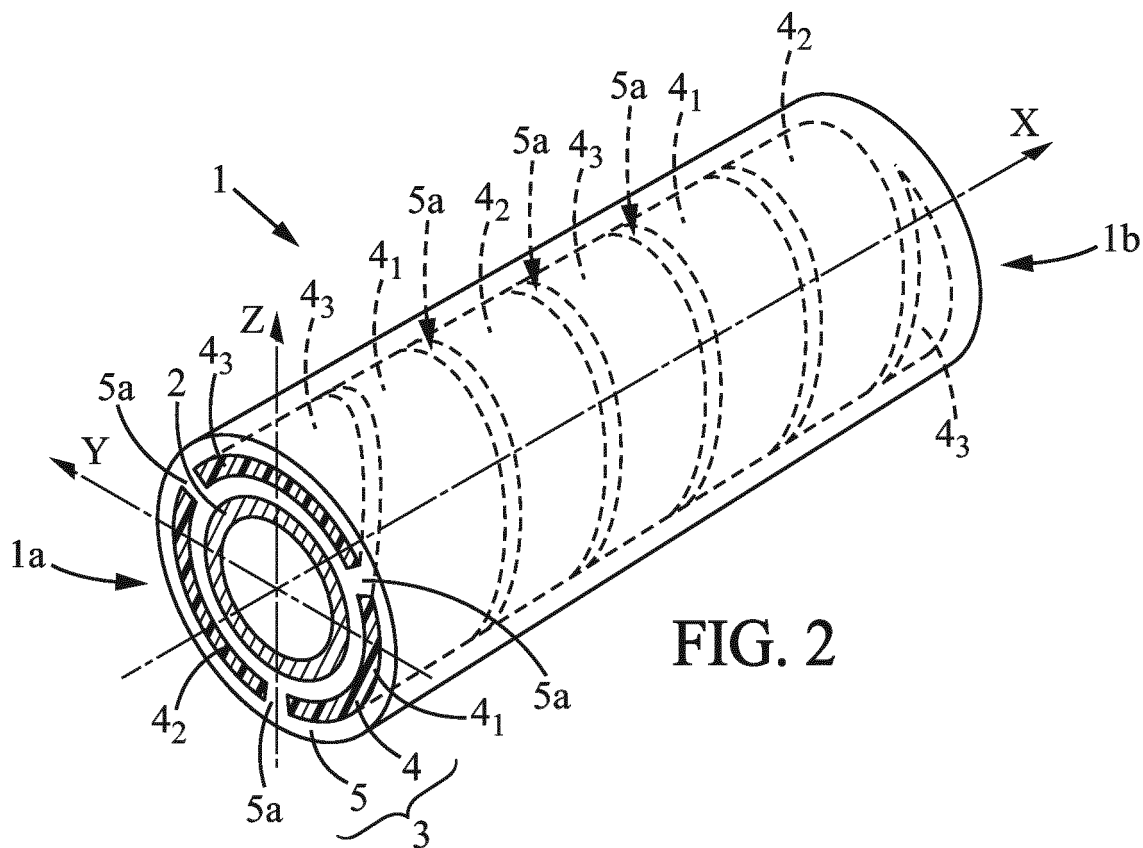


FIG. 2

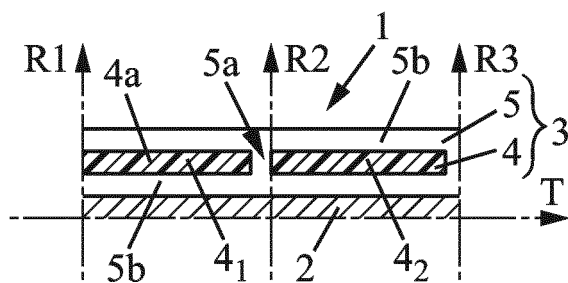


FIG. 3a

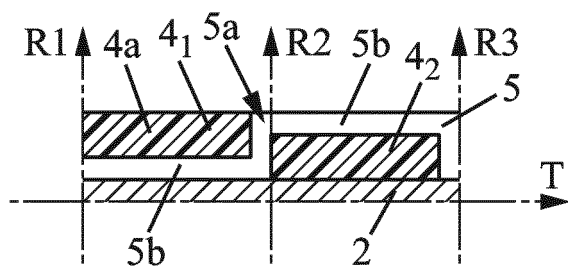


FIG. 3b

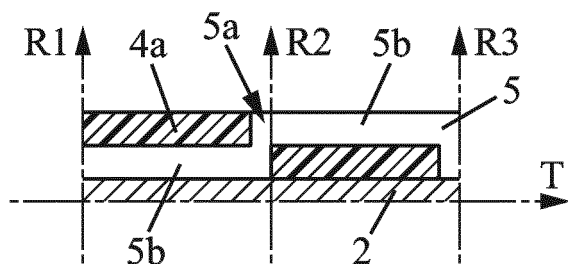


FIG. 3c

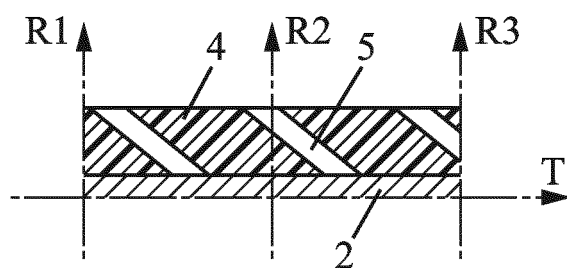


FIG. 3d

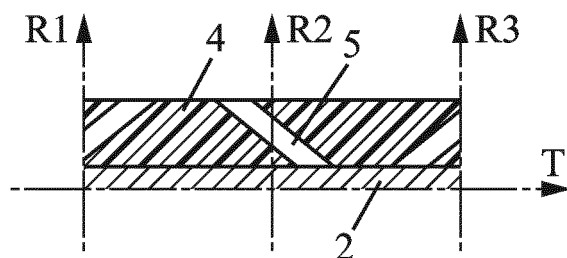


FIG. 3e

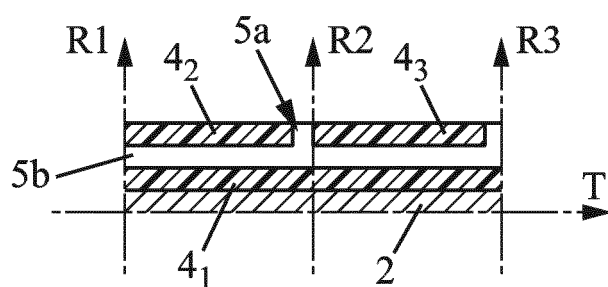


FIG. 3f

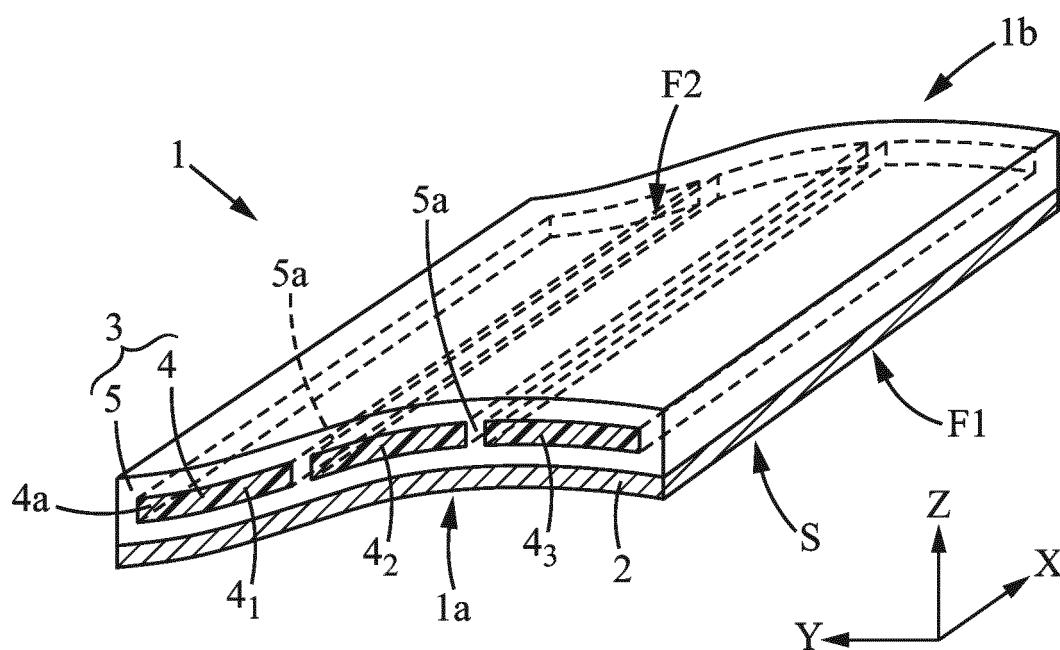


FIG. 4



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 789276
FR 1362509

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2011/128546 A1 (TOTAL SA [FR]; BIGEX THIBAUD [FR]; WOIRIN JEROME [FR]) 20 octobre 2011 (2011-10-20)	1-4,11, 12,14	H05B3/16 H05B3/58 F16L53/00
Y	* page 1, ligne 30 - page 2, ligne 19; figures 1,3 * * page 5, ligne 12-36 * * page 13, ligne 8-17 * * page 2, ligne 13-16 * * page 8, ligne 33 - page 9, ligne 8 * * page 6, ligne 33 - page 7, ligne 3 *	5-10,13	
X	WO 2011/128544 A1 (TOTAL SA [FR]; BIGEX THIBAUD [FR]; WOIRIN JEROME [FR]) 20 octobre 2011 (2011-10-20)	1-4,11, 12,14	
Y	* page 3, ligne 11-13; figures 1,2 * * page 6, ligne 21-32,36 - page 7, ligne 8 * * page 9, ligne 27-33 *	5-10,13	
Y	US 2009/107558 A1 (QUIGLEY PETER A [US] ET AL) 30 avril 2009 (2009-04-30) * alinéas [0084], [0085], [0094], [0095], [0141], [0143] *	5-10	
X	DE 20 2008 003365 U1 (VOSS AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 16 juillet 2009 (2009-07-16) * le document en entier *	1	
Y	WO 02/104074 A1 (HEAD PHILIP [GB]) 27 décembre 2002 (2002-12-27) * page 6, ligne 7-25; figures 7,10 * * page 7, ligne 20,21 *	5,13	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
25 juillet 2014		Aubry, Sandrine	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1362509 FA 789276**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **25-07-2014**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2011128546 A1	20-10-2011	AR 080882 A1	16-05-2012
		AU 2011239824 A1	18-10-2012
		CA 2794995 A1	20-10-2011
		CN 102893698 A	23-01-2013
		EA 201201410 A1	30-04-2013
		EP 2559318 A1	20-02-2013
		FR 2958994 A1	21-10-2011
		US 2013064528 A1	14-03-2013
		WO 2011128546 A1	20-10-2011
		-----	-----
WO 2011128544 A1	20-10-2011	AR 080880 A1	16-05-2012
		AU 2011239901 A1	18-10-2012
		CA 2794573 A1	20-10-2011
		CN 102883868 A	16-01-2013
		EA 201201412 A1	30-04-2013
		EP 2558274 A1	20-02-2013
		FR 2958991 A1	21-10-2011
		US 2013108250 A1	02-05-2013
		WO 2011128544 A1	20-10-2011
		-----	-----
US 2009107558 A1	30-04-2009	CA 2641492 A1	23-04-2009
		US 2009107558 A1	30-04-2009
-----	-----	-----	-----
DE 202008003365 U1	16-07-2009	DE 102009012345 A1	17-09-2009
		DE 202008003365 U1	16-07-2009
-----	-----	-----	-----
WO 02104074 A1	27-12-2002	GB 2378916 A	26-02-2003
		WO 02104074 A1	27-12-2002
-----	-----	-----	-----