

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 102 507**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **19 12079**

⑤① Int Cl⁸ : **F 01 N 9/00** (2019.12), F 01 N 13/08, H 05 B 3/00,
F 24 H 3/00

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Dispositif de chauffage de gaz d'échappement, ligne d'échappement et véhicule associés.

②② Date de dépôt : 28.10.19.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 30.04.21 Bulletin 21/17.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 19.11.21 Bulletin 21/46.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *FAURECIA SYSTEMES
D'ECHAPPEMENT Société par actions simplifiée à
associé unique — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *SOMMIER Thomas, LEROUX Marc,
HANAUER Sébastien et GUYARD Catherine.*

⑦③ Titulaire(s) : *FAURECIA SYSTEMES
D'ECHAPPEMENT Société par actions simplifiée à
associé unique.*

⑦④ Mandataire(s) : *Lavoix.*

FR 3 102 507 - B1



Description

Titre de l'invention : Dispositif de chauffage de gaz d'échappement, ligne d'échappement et véhicule associés

- [0001] La présente invention concerne un dispositif de chauffage de gaz d'échappement de moteur à combustion interne, le dispositif de chauffage comportant un conduit définissant un passage de circulation des gaz d'échappement et étant configuré pour conduire les gaz d'échappement selon un axe central du passage dans un sens de circulation depuis une extrémité amont du dispositif de chauffage vers une extrémité aval du dispositif de chauffage, ledit dispositif de chauffage comprenant :
- [0002] – un premier élément chauffant réalisée dans un matériau conducteur d'électricité, s'étendant dans le passage de circulation ;
- un deuxième élément chauffant réalisée dans un matériau conducteur d'électricité, s'étendant dans le passage de circulation ; et
- des moyens d'alimentation électrique configurés pour faire circuler un courant électrique dans le premier élément chauffant et dans le deuxième élément chauffant, les moyens d'alimentation électrique comprenant :
- une première électrode connectée électriquement au premier élément chauffant ; et
- [0003] - une deuxième électrode connectée électriquement au deuxième élément chauffant.
- [0004] Les dispositifs de chauffage de gaz d'échappement sont principalement utilisés dans des véhicules comprenant des moteurs à combustion interne, tels que, par exemple, les véhicules automobiles.
- [0005] Les dispositifs de chauffage de gaz d'échappement viennent généralement chauffer les gaz d'échappement avant leur entrée dans un dispositif de purification de gaz d'échappement. Le chauffage des gaz d'échappement avant leur entrée dans le dispositif de purification de gaz d'échappement permet notamment d'améliorer les performances du dispositif de purification de gaz d'échappement.
- [0006] A cet effet, il est connu d'utiliser des dispositifs de chauffage comprenant des moyens d'alimentation électrique configurés pour faire circuler un courant électrique dans un élément chauffant s'étendant dans un passage de circulation des gaz d'échappement, en amont d'un dispositif de purification de gaz d'échappement.
- [0007] L'élément chauffant, chauffé par effet joule, permet de chauffer les gaz d'échappement le traversant.
- [0008] Afin d'optimiser le chauffage des gaz d'échappement, il a été proposé d'utiliser un dispositif de chauffage de gaz d'échappement comprenant deux éléments chauffant alimentés électriquement par des moyens d'alimentation électrique et configurés pour

chauffer l'air circulant au travers de ces deux éléments chauffants.

[0009] Un tel dispositif de chauffage améliore la puissance du chauffage des gaz d'échappement mais ne donne pas entière satisfaction. En effet, un tel dispositif de chauffage est encombrant et sa structure résiste peu aux vibrations auxquelles il est exposé.

[0010] Un but de l'invention est ainsi de proposer un dispositif de chauffage de gaz d'échappement dont l'encombrement est réduit, dont la résistance mécanique est améliorée et dont le pilotage électrique est amélioré.

[0011] A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de chauffage de gaz caractérisé en ce que le dispositif de chauffage comporte :

- [0012] – un substrat s'étendant dans le passage de circulation entre le premier élément chauffant et le deuxième élément chauffant, le premier élément chauffant s'étendant sur une face amont du substrat et le deuxième élément chauffant s'étendant sur une face aval du substrat ; et
- un élément de connexion s'étendant dans le passage, l'élément de connexion connectant électriquement le premier élément chauffant et le deuxième élément chauffant.

[0013] Selon des modes de réalisation particuliers de l'invention, le dispositif de chauffage comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toutes combinaisons techniquement possibles :

[0014] - le premier élément chauffant et/ou le deuxième élément chauffant sont chacun formés, indépendamment l'un de l'autre, par un élément de la liste constituée de : une grille métallique, une mousse métallique et une structure en nid d'abeille métallique ;

[0015] - l'élément de connexion s'étend le long de l'axe central du passage ;

[0016] - le premier élément chauffant diffère du deuxième élément chauffant au moins par l'une des caractéristiques suivantes : géométrie, résistance électrique, matériau, porosité, densité ;

[0017] - le dispositif de chauffage comprend :

- [0018] – un premier plateau de support externe s'étendant entre le premier élément chauffant et le substrat ; et/ou
- un premier plateau de support interne s'étendant entre le premier élément chauffant et le substrat ; et/ou
- un deuxième plateau de support externe s'étendant entre le deuxième élément chauffant et le substrat ; et/ou
- un deuxième plateau de support interne s'étendant entre le deuxième élément chauffant et le substrat ;
- le dispositif de chauffage comporte:
 - une première partie annulaire de maintien, connectée à une périphérie

- du premier élément chauffant et étant fixée par rapport au conduit ;
et/ou
- une deuxième partie annulaire de maintien, connectée à une périphérie du deuxième élément chauffant et étant fixée par rapport au conduit.
 - le dispositif de chauffage comporte une nappe de maintien intercalée radialement entre une périphérie de la première partie annulaire de maintien et le conduit, et/ou intercalée radialement entre une périphérie de la deuxième partie annulaire de maintien et le conduit ;
 - la première électrode est connectée électriquement à la première partie annulaire de maintien et la deuxième électrode est connectée électriquement à la deuxième partie annulaire de maintien, le substrat s'étendant avantageusement entre la première partie annulaire de maintien et la deuxième partie annulaire de maintien suivant l'axe central ;
 - la première partie annulaire de maintien comprend un premier anneau de maintien, et la deuxième partie annulaire de maintien comprend un deuxième anneau de maintien distinct du premier anneau de maintien ;
 - le dispositif de chauffage comporte un élément tubulaire de maintien monolithique, portant la première partie annulaire de maintien et la deuxième partie annulaire de maintien de sorte qu'elles s'étendent dans la continuité l'une de l'autre selon suivant l'axe central autour du substrat, l'élément tubulaire de maintien formant alors l'élément de connexion ; et
 - l'élément de connexion est une électrode centrale s'étendant au travers du substrat.

[0019] L'invention concerne en outre une ligne d'échappement d'un véhicule comportant un dispositif de chauffage tel que précité.

[0020] L'invention concerne par ailleurs un véhicule comportant une ligne d'échappement telle que précitée.

[0021] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

[0022] [fig.1] la figure 1 est une représentation schématique d'un véhicule comportant une ligne d'échappement selon l'invention ;

[0023] [fig.2] la figure 2 est une représentation schématique en perspective d'un dispositif de chauffage selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

[0024] [fig.3] la figure 3 est une représentation schématique en perspective d'un dispositif de chauffage selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ; et

[0025] [fig.4] la figure 4 est une représentation schématique en perspective d'un dispositif

de chauffage selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

- [0026] Dans la suite de la description, les termes amont et aval sont définis en fonction d'un sens d'écoulement d'un fluide depuis une source, un point amont étant plus proche de la source de l'écoulement qu'un point aval.
- [0027] On a représenté, sur la figure 1, un véhicule 10 comportant une ligne d'échappement 12. La ligne d'échappement 12 est par exemple adaptée pour traiter les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne 14.
- [0028] La ligne d'échappement 12 comporte un dispositif 16 de chauffage de gaz d'échappement, et de préférence au moins un dispositif 18 de purification de gaz d'échappement en aval du dispositif de chauffage 16, ainsi qu'un ensemble de canaux 20 liant les éléments de la ligne d'échappement 12, notamment le dispositif de chauffage 16 et le dispositif de purification 18 depuis l'extrémité amont de la ligne d'échappement 12 vers l'extrémité aval de la ligne d'échappement 12.
- [0029] Il est à noter que l'ensemble de canaux 20 est optionnel, le dispositif de chauffage 16 pouvant être agencé juste en entrée du dispositif de purification 18, ou le dispositif de chauffage 16 pouvant être combiné avec le dispositif de purification 18, le dispositif de chauffage 16 et le dispositif de purification 18 ne formant alors qu'un unique dispositif de traitement des gaz d'échappement.
- [0030] En référence à la figure 2, présentant un premier exemple de mode de réalisation d'un dispositif 16 de chauffage selon l'invention, le dispositif 16 de chauffage de gaz d'échappement comporte un conduit 22 définissant un passage de circulation 24, un premier élément chauffant 26 et un deuxième élément chauffant 28 s'étendant dans le passage de circulation 24 ainsi qu'un substrat 30 s'étendant entre le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28. Le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 s'étendent en travers du passage de circulation 24, de sorte que les gaz d'échappement circulant dans le passage de circulation 24 passent nécessairement à travers ces premier 26 et deuxième 28 éléments chauffants.
- [0031] Le dispositif de chauffage 16 comprend avantageusement un ensemble de support mécanique 31 pour assurer un support mécanique entre les éléments chauffants 26, 28 et le substrat 30.
- [0032] Le dispositif de chauffage 16 comporte des moyens d'alimentation électrique 32 connectés électriquement au premier élément chauffant 26 et au deuxième élément chauffant 28, et comporte un élément de connexion 34 connectant électriquement le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28.
- [0033] Le dispositif de chauffage 16 comporte de préférence, dans le passage de circulation 24, une première partie annulaire 36 de maintien du premier élément chauffant 26, et/ou une deuxième partie annulaire 38 de maintien du deuxième élément chauffant 28.
- [0034] Le dispositif de chauffage 16 comporte par exemple une nappe de maintien 40

agencée dans le passage de circulation 24. Cette nappe de maintien 40 est intercalée radialement entre les parties annulaires de maintien 36, 38 et le conduit 22.

- [0035] Le conduit 22 s'étend de préférence dans la continuité des canaux 20, et/ou dans la continuité d'un conduit délimitant le dispositif de purification 18. Le conduit 22 est par exemple de forme tubulaire et est de préférence rigide. Le conduit 22 est configuré pour conduire les gaz d'échappement selon un axe central D-D' du passage de circulation 24, dans un sens de circulation depuis une extrémité amont 42 du dispositif de chauffage 16 vers une extrémité aval 44 du dispositif de chauffage 16.
- [0036] Le substrat 30 s'étend dans le passage de circulation 24. Le substrat 30 comprend une face amont 46 et une face aval 48. La face amont 46 et la face aval 48 sont sensiblement parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe central D-D'. L'écart entre la face amont 46 et la face aval 48 correspond à l'épaisseur du substrat 30. L'épaisseur du substrat 30 est de préférence comprise entre 10 mm et 150 mm.
- [0037] Le substrat 30 s'étend sur sensiblement toute une section transversale du passage de circulation 24. Selon une variante particulière présentée sur la figure 2, le substrat 30 s'étend radialement entre la nappe de maintien 40 et l'élément de connexion 34, le dispositif de chauffage 16 étant alors configuré pour guider les gaz d'échappements au travers du substrat 30.
- [0038] Le substrat 30 s'étend de préférence longitudinalement, dans la direction de l'axe D-D', entre la première partie annulaire de maintien 36 et la deuxième partie annulaire de maintien 38.
- [0039] Le substrat 30 est avantageusement poreux et adapté pour purifier les gaz d'échappements. Le substrat 30 est par exemple un substrat catalytique, par exemple un substrat en céramique ou métallique.
- [0040] Le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 sont réalisés dans un matériau conducteur d'électricité. Le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 sont par exemple formés par des grilles métalliques et/ou par des mousses métalliques et/ou par des structures en nid d'abeille métalliques.
- [0041] Selon différentes variantes : le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 sont formés par des grilles métalliques, le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 sont formés par des mousses métalliques, le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 sont formés par des structures en nid d'abeille, ou l'un du premier 26 et du deuxième 28 éléments chauffants est formé par une grille métallique, une mousse métallique ou une structure en nid d'abeille métallique tandis que l'autre du premier 26 et du deuxième 28 éléments chauffants est formé par une grille métallique, une mousse métallique ou une structure en nid d'abeille métallique.
- [0042] Le premier élément chauffant 26 et/ou le deuxième élément chauffant 28, lorsqu'ils

sont formés par une grille, comportent un ensemble de mailles et sont adaptés pour laisser circuler les gaz d'échappement entre les mailles et pour chauffer les gaz d'échappement circulant entre les mailles. Le premier élément chauffant 26 et/ou le deuxième élément chauffant 28, lorsqu'ils sont formés par des mousses métalliques, comportent un ensemble de cellules et sont adaptés pour laisser circuler les gaz d'échappement dans les cellules et pour chauffer les gaz d'échappement circulant dans les cellules.

- [0043] Le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 sont configurés pour chauffer par effet joule lorsqu'ils sont traversés par un courant électrique. La résistance électrique de chacun de ces éléments chauffants 26, 28 est par exemple comprise entre 20 Ohm et 200 Ohm, de préférence entre 50 Ohm et 180 Ohm, et encore plus préférentiellement entre 80 Ohm et 160 Ohm.
- [0044] Le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 sont sensiblement plans et s'étendent perpendiculairement à l'axe central D-D'. Le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 s'étendent par exemple en travers du passage de circulation 24.
- [0045] Selon une variante particulière présentée sur la figure 2, le premier élément chauffant 26 s'étend radialement entre la première partie annulaire de maintien 36 et l'élément de connexion 34, le dispositif de chauffage 16 étant alors configuré pour guider les gaz d'échappement au travers du premier élément chauffant 26.
- [0046] Selon une variante particulière, présentée sur la figure 2, le deuxième élément chauffant 28 s'étend radialement entre la deuxième partie annulaire de maintien 38 et l'élément de connexion 34, le dispositif de chauffage 16 étant alors configuré pour guider les gaz d'échappement au travers du deuxième élément chauffant 28.
- [0047] Le premier élément chauffant 26 s'étend de préférence à proximité de la face amont 46 du substrat 30 et le deuxième élément chauffant 28 s'étend de préférence à proximité de la face aval 48 du substrat 30.
- [0048] Le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 sont de préférence différents. En particulier, l'épaisseur prise selon la direction de l'axe central D-D' ou la résistance électrique du premier élément chauffant 26 diffère de l'épaisseur prise selon la direction de l'axe central D-D' ou de la résistance électrique du deuxième élément chauffant 28.
- [0049] Dans la variante selon laquelle le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 sont des grilles, la longueur des fils formant les mailles de la première grille 26 diffère par exemple de la longueur des fils formant les mailles de la deuxième grille 28.
- [0050] Dans la variante selon laquelle le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 sont formés par des mousses métalliques, la densité de la mousse

formant le premier élément chauffant 26 diffère par exemple de la densité de la mousse formant le deuxième élément chauffant 28.

[0051] Dans la variante selon laquelle le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 sont formés par des structures en alvéoles métalliques, la densité des alvéoles formant le premier élément chauffant 26 diffère par exemple de la densité des alvéoles formant le deuxième élément chauffant 28.

[0052] La puissance de chauffe du premier élément chauffant 26 est par exemple différente de la puissance de chauffe du deuxième élément chauffant 28 et la puissance de chauffe de chacun des éléments chauffants 26, 28 est par exemple destinée à être comprise entre 0,5 kW et 4 kW lorsque le dispositif de chauffage 16 est en fonctionnement.

[0053] L'ensemble de support mécanique 31 comprend un premier plateau de support externe 49, un deuxième plateau de support externe 50, un premier plateau de support interne 51 et un deuxième plateau de support interne 52.

[0054] L'ensemble de support mécanique 31 est de préférence adapté pour limiter les frottements entre le premier 26 et le deuxième 28 éléments chauffants et le substrat 30. L'ensemble de support mécanique 31 est de préférence configuré pour amortir les déplacements et vibrations entre le premier 26 et le deuxième 28 éléments chauffants et le substrat 30.

[0055] L'ensemble de support mécanique 31 est adapté pour limiter le contact entre d'une part le substrat 30, et, d'autre part, la première 36 et la deuxième 38 parties annulaires de maintien.

[0056] L'ensemble de support mécanique 31 est disposé, axialement par rapport à l'axe central D-D', entre d'une part le premier 26 et le deuxième 28 éléments chauffants, et, d'autre part, le substrat 30. L'ensemble de support mécanique 31 est adapté pour éviter un contact direct entre d'une part le premier 26 et le deuxième 28 éléments chauffants, et, d'autre part, le substrat 30.

[0057] Dans la variante où le substrat 30 est un substrat catalytique en céramique, l'ensemble de support mécanique 31 est formé en matériaux isolants, tels qu'une céramique, par exemple en oxyde de magnésium, ou en matériaux conducteurs, tels qu'un treillis métallique non abrasif.

[0058] Dans la variante où le substrat 30 est un substrat catalytique métallique, l'ensemble de support mécanique 31 est formé en matériaux isolants, tels qu'une céramique, par exemple en oxyde de magnésium.

[0059] Les plateaux de support 49, 50, 51, 52 sont réalisés en un matériau non abrasif. Les plateaux de support mécanique 49, 50, 51, 52 sont de préférence réalisés en un matériau résistant aux températures comprises entre 850°C et 1150°C.

[0060] Le premier plateau de support externe 49 et le premier plateau de support interne 51

forment ensemble une entretoise s'étendant entre le premier élément chauffant 26 et le substrat 30 dans la direction de l'axe central D-D'. Le premier plateau de support externe 49 et le premier plateau de support interne 51 sont par exemple en forme d'anneau concentriques, le premier plateau de support externe 49 étant intercalé axialement entre le premier élément chauffant 26 et le substrat 30 en périphérie du substrat 30 et le premier plateau de support interne 51 étant intercalé axialement entre le premier élément chauffant 26 et le substrat 30 à proximité de l'axe central D-D'.

[0061] Le deuxième plateau de support externe 50 et le deuxième plateau de support interne 52 forment ensemble une entretoise s'étendant entre le deuxième élément chauffant 28 et le substrat 30 dans la direction de l'axe D-D'. Le deuxième plateau de support externe 50 et le deuxième plateau de support interne 52 sont par exemple en forme d'anneaux concentriques, le deuxième plateau de support externe 50 étant intercalé axialement entre le deuxième élément chauffant 28 et le substrat 30, en périphérie du substrat 30, et le deuxième plateau de support externe 52 étant intercalé axialement entre le deuxième élément chauffant 28 et le substrat 30, à proximité de l'axe central D-D'.

[0062] Les moyens d'alimentation électrique 32 comportent une première électrode 53 et une deuxième électrode 54.

[0063] Les moyens d'alimentation électrique 32 sont par exemple alimentés en énergie électrique par une source d'énergie électrique du véhicule 10.

[0064] Les moyens d'alimentation électrique 32 sont configurés pour faire circuler un courant électrique dans le premier élément chauffant 26 et dans le deuxième élément chauffant 28.

[0065] La première électrode 53 est connectée électriquement au premier élément chauffant 26 et la deuxième électrode 54 est connectée électriquement au deuxième élément chauffant 28.

[0066] Selon une variante particulière, présentée sur la figure 2, la première électrode 53 est connectée électriquement à une périphérie du premier élément chauffant 26 et la deuxième électrode 54 est connectée électriquement à une périphérie du deuxième élément chauffant 28.

[0067] La première électrode 53 est par exemple connectée au premier élément chauffant 26 perpendiculairement à l'axe central D-D' et la deuxième électrode 54 est connectée au deuxième élément chauffant 28 perpendiculairement à l'axe central D-D'.

[0068] Selon la variante de la figure 2, la première électrode 53 et la deuxième électrode 54 traversent la nappe de maintien 40.

[0069] La première électrode 53 est, selon l'exemple de la figure 2, connectée électriquement au premier élément chauffant 26 par l'intermédiaire de la première partie annulaire de maintien 36. La deuxième électrode 54 est par exemple connectée élec-

triement au deuxième élément chauffant 28 par l'intermédiaire de la deuxième partie annulaire de maintien 38.

- [0070] La première partie annulaire de maintien 36 et la deuxième partie annulaire de maintien 38 sont réalisées en un matériau conducteur d'électricité.
- [0071] La première partie annulaire de maintien 36 est par exemple formée par un premier anneau de maintien 57 et la deuxième partie annulaire de maintien 38 est par exemple formée par un deuxième anneau de maintien 58. Le premier anneau de maintien 57 est, selon ce mode de réalisation, distinct du deuxième anneau de maintien 58.
- [0072] Dans la variante présentée en figure 2 et en figure 3, la première partie annulaire de maintien 36 comporte le premier anneau de maintien 57 et un premier anneau coudé 59 fixé radialement à l'intérieur du premier anneau de maintien 57. La deuxième partie annulaire de maintien 38 comporte le deuxième anneau de maintien 58 et un deuxième anneau coudé 60 fixé radialement à l'intérieur du deuxième anneau de maintien 58.
- [0073] La première partie annulaire de maintien 36 est connectée électriquement au premier élément chauffant 26. La première partie annulaire de maintien 36 est connectée à une périphérie 55 du premier élément chauffant 26. La première partie annulaire de maintien 36 est par exemple, selon le mode de réalisation présenté en figure 2, soudé à la périphérie 55 du premier élément chauffant 26. La première partie annulaire de maintien 36 est fixée par rapport au conduit 22. La première partie annulaire de maintien 36 porte le premier élément chauffant 26 dans le conduit 22.
- [0074] La première partie annulaire de maintien 36 comprend une périphérie 61. La périphérie 61 de la première partie annulaire de maintien 36 est par exemple fixée dans le conduit 22 par la nappe de maintien 40.
- [0075] La deuxième partie annulaire de maintien 38 est connectée électriquement au deuxième élément chauffant 28. La deuxième partie annulaire de maintien 38 est connectée à une périphérie 56 du deuxième élément chauffant 28. La deuxième partie annulaire de maintien 38 est par exemple, selon le mode de réalisation présenté en figure 2, soudé à la périphérie 56 du deuxième élément chauffant 26. La deuxième partie annulaire de maintien 38 est fixée par rapport au conduit 22. La deuxième partie annulaire de maintien 38 porte le deuxième élément chauffant 28 dans le conduit 22.
- [0076] La deuxième partie annulaire de maintien 38 comprend une périphérie 62. La périphérie 62 de la deuxième partie annulaire de maintien 38 est par exemple fixée dans le conduit 22 par la nappe de maintien 40.
- [0077] La nappe de maintien 40 s'étend par exemple dans le conduit 22 et s'étend selon la direction de l'axe central D-D'.
- [0078] La nappe de maintien 40 s'étend de préférence autour du substrat 30, de la première partie annulaire de maintien 36 et de la deuxième partie annulaire de maintien 38. La nappe de maintien 40 est enserrée entre, d'une part, le substrat 30, la première partie

annulaire de maintien 36 et la deuxième partie annulaire de maintien 38, et d'autre part le conduit 22, si bien que cette nappe de maintien 40 maintient le substrat 30, la première partie annulaire de maintien 36 et la deuxième partie annulaire de maintien 38 en position dans le passage de circulation 24.

- [0079] La nappe de maintien 40 est de préférence intercalée radialement entre la périphérie 61 de la première partie annulaire de maintien 36 et le conduit 22.
- [0080] La nappe de maintien 40 est de préférence intercalée radialement entre la périphérie 62 de la deuxième partie annulaire de maintien 38 et le conduit 22.
- [0081] La nappe de maintien 40 est isolante électriquement.
- [0082] La nappe de maintien 40 est par exemple à base de fibre céramique réfractaire. En variante, la nappe de maintien 40 est à base de fibre polycristalline riche en alumine, comme par exemple la mulite.
- [0083] L'élément de connexion 34 s'étend dans le passage 24, le long de l'axe central D-D' du passage 24.
- [0084] Dans la variante illustrée sur la figure 2, l'élément de connexion 34 est une électrode centrale 63 s'étendant au travers du substrat 30.
- [0085] L'électrode centrale 63 débouche d'une part sur la face amont 46 du substrat 30 et d'autre part sur la face aval 48 du substrat 30.
- [0086] L'électrode centrale 63 est de préférence alignée à l'axe central D-D', et connectée électriquement au centre du premier élément chauffant 26 et au centre du deuxième élément chauffant 28. L'électrode centrale 63 traverse par exemple le substrat 30 au travers d'une lumière s'étendant au centre du substrat 30 et les plateaux de support mécanique 49, 50, 51, 52 s'étendent radialement autour de l'électrode centrale 63.
- [0087] Le fonctionnement d'un dispositif 16 de chauffage de gaz d'échappement tel que précédemment décrit va maintenant être présenté.
- [0088] Les moyens d'alimentation électrique 32 alimentent en électricité le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28.
- [0089] En particulier, l'électricité est conduite au travers de la première électrode 53 et est conduite autour du premier élément chauffant 26 par la première partie annulaire de maintien 36. L'électricité circule alors depuis la périphérie 55 du premier élément chauffant 26 vers sa région centrale où est connecté l'élément de connexion 34. Le premier élément chauffant 26 chauffe alors par effet joule.
- [0090] L'électricité est conduite par l'élément de connexion 34 depuis la région centrale du premier élément chauffant 26 où est connecté l'élément de connexion 34 vers la région centrale du deuxième élément chauffant 28 où est connecté l'élément de connexion 34.
- [0091] L'électricité circule depuis la région centrale du deuxième élément chauffant 28 où est connecté l'élément de connexion 34 vers la périphérie 56 du deuxième élément chauffant 28. Le deuxième élément chauffant 28 chauffe alors par effet joule.

L'électricité circule alors dans la deuxième partie annulaire de maintien 38 et est conduite par la deuxième électrode 54.

- [0092] Le premier élément chauffant 26 et/ou le deuxième élément chauffant 28 sont par exemple configurés pour chauffer uniformément sur l'ensemble de leur section. En variante, le premier élément chauffant 26 et/ou le deuxième élément chauffant 28 sont configurés pour chauffer non uniformément sur l'ensemble de leur section, par exemple moins intensément en leur zone périphérique par rapport à leur zone centrale.
- [0093] Le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 chauffent le substrat 30. Le premier élément chauffant 26 chauffe le substrat 30 par convection et radiation alors que le deuxième élément chauffant 28 chauffe principalement le substrat 30 par radiation.
- [0094] Le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 chauffent par ailleurs, principalement par convection, l'ensemble des éléments situés en aval du dispositif de chauffage 16 dans la ligne d'échappement, ces éléments étant par exemple des mélangeurs ou des substrats de purification, tels des TWC de l'anglais *Three-Way Catalyst*, des dispositifs de catalyse SCR de l'anglais *Selective Catalytic Reduction*, des SDPF de l'anglais *SCR-Catalysed Diesel Particulate Filter*.
- [0095] Les gaz d'échappement circulant dans le conduit 22 sont successivement chauffés par le premier élément chauffant 26, le substrat 30 et le deuxième élément chauffant 28. Le chauffage des gaz d'échappement par le substrat 30 dépend en particulier de la température et de la composition des gaz d'échappement.
- [0096] Les gaz d'échappement sortent par exemple du dispositif de chauffage 18 à une température comprise entre 300 °C et 800°C.
- [0097] Les gaz d'échappement sont de plus, selon une variante particulière, partiellement purifiés lors de leur passage au travers du substrat 30.
- [0098] Un dispositif de chauffage 16 comprenant un premier élément chauffant 26 et un deuxième élément chauffant 28 ainsi qu'un substrat 30 s'étendant entre le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 est particulièrement avantageux puisque ceci permet d'obtenir un dispositif de chauffage 16 ayant une forte résistance mécanique, par exemple aux vibrations, tout en ayant un volume restreint. La résistance électrique d'un tel dispositif 16 est par ailleurs accrue ce qui facilite le pilotage électrique et limite les ampères en pic.
- [0099] Un dispositif de chauffage 16 utilisant des éléments chauffants 26, 28 poreux tels des grilles des mousses ou des structures en nid d'abeille est particulièrement avantageux pour limiter les pertes de charge.
- [0100] Un premier élément chauffant 26 différent du deuxième élément chauffant 28 est par ailleurs particulièrement avantageux pour optimiser le rendement du dispositif de chauffage 16 et améliorer sa durabilité. Ceci permet notamment de limiter les

phénomènes de résonance entre le premier élément chauffant 26 et le deuxième élément chauffant 28 mais aussi d'adapter le chauffage du dispositif de chauffage 16 à la configuration de ligne d'échappement 12 souhaitée. Selon certaines variantes, il est avantageux d'obtenir un chauffage plus important de la part du deuxième élément chauffant 28 que du premier élément chauffant 26, et notamment en présence d'un SDPF en aval du dispositif de chauffage 16. Selon d'autres variantes, il est avantageux de d'obtenir un chauffage moins important de la part du deuxième élément chauffant 28 que du premier élément chauffant 26, notamment pour équilibrer les températures de part et d'autre du substrat 30 et pour améliorer la durabilité du dispositif de chauffage 16.

- [0101] L'utilisation de plateaux de support 49, 50, 51, 52 entre les éléments chauffants 26, 28 et le substrat 30 permet d'assurer une durabilité accrue pour le dispositif de chauffage 16 et le substrat 30, en évitant les frottements entre les éléments chauffants 26, 28 et le substrat 30.
- [0102] L'utilisation d'une électrode centrale 63 est particulièrement avantageuse pour limiter l'encombrement radial du dispositif de chauffage 16 tout en assurant un chauffage performant, puisqu'elle permet l'utilisation d'une unique nappe de maintien 40 pour maintenir le substrat 30 et les parties annulaires de maintien 36, 38. Une telle électrode centrale 63 permet aussi de connecter la première 53 et la deuxième électrode 54 librement aux périphéries 55, 56 des éléments chauffants 26, 28.
- [0103] La première partie annulaire de maintien 36 et la deuxième partie annulaire de maintien 38 connectées aux périphéries 55, 56, respectivement du premier élément chauffant 26 et du deuxième élément chauffant 28, sont particulièrement avantageuses puisqu'elles permettent une distribution homogène de l'électricité et assurent ainsi un chauffage performant des gaz d'échappement.
- [0104] L'utilisation d'une nappe de maintien 40 tel que précédemment décrit est particulièrement avantageuse puisqu'elle permet de faciliter le montage du dispositif de chauffage 16 dans la ligne d'échappement 12 et assure la robustesse du dispositif de chauffage 16, notamment en isolant le dispositif de chauffage 16 des vibrations provenant du moteur 14 et en compensant les dilatations différentielles de la ligne d'échappement 12. Une telle nappe de maintien 40 est par ailleurs particulièrement adaptée au maintien du substrat 30. La nappe de maintien 40, en isolant thermiquement le dispositif de chauffage 14, assure un rendement amélioré du dispositif de chauffage 40 et réduit les pertes calorifiques par conduction.
- [0105] Sur la figure 3 est montré un deuxième mode de réalisation du dispositif de chauffage 16. Ce mode de réalisation diffère du premier mode de réalisation présenté en figure 2 uniquement par ce qui suit. Les éléments analogues portent les mêmes références.
- [0106] Selon le deuxième mode de réalisation présenté en figure 3, le premier élément

chauffant 26 comporte en sa périphérie 55 des premières pattes (non visibles sur la figure 3) de fixation à la première partie annulaire de maintien 36 et le deuxième élément chauffant 28 comprend en sa périphérie 56 des secondes pattes de fixation 64 à la deuxième partie annulaire de maintien 38. Les secondes pattes de fixation 64 sont similaires aux premières pattes de fixation.

- [0107] Les pattes de fixation 64 sont solidaires du premier 26, respectivement du deuxième 28, élément chauffant. Les pattes de fixation 64 s'étendent en particulier selon la direction définie par l'axe central D-D' et à l'écart du substrat 30.
- [0108] L'utilisation de pattes de fixation 64 est particulièrement avantageuse pour faciliter le montage des éléments chauffants 26, 28 sur les parties annulaires de maintien 36, 38.
- [0109] Sur la figure 4 est montré un troisième mode de réalisation du dispositif de chauffage 16. Ce mode de réalisation diffère du deuxième mode de réalisation présenté en figure 3 uniquement par ce qui suit. Les éléments analogues portent les mêmes références.
- [0110] Selon le troisième mode de réalisation, le dispositif de chauffage 16 comporte un élément tubulaire de maintien monolithique 66.
- [0111] L'élément tubulaire de maintien monolithique 66 porte la première partie annulaire de maintien 36 et la deuxième partie annulaire de maintien 38 de sorte qu'elles s'étendent dans la continuité l'une de l'autre dans la direction de l'axe central D-D' autour du substrat 30.
- [0112] Selon ce mode de réalisation, le dispositif de chauffage 16 ne comporte de préférence pas d'électrode centrale 63.
- [0113] L'élément tubulaire de maintien monolithique 66 forme l'élément de connexion 34.
- [0114] Selon ce mode de réalisation, la première électrode 53 et la deuxième électrode 54 diffèrent des électrodes présentées dans le premier et le deuxième mode de réalisation précédemment décrit.
- [0115] La première électrode 53 est par exemple connectée au premier élément chauffant 26 au centre du premier élément chauffant 26 et l'extrémité de connexion de la première électrode 53 s'étend selon l'axe central D-D'. La première électrode 53 est avantageusement coudée et traverse le conduit 22 en amont du premier élément chauffant 26.
- [0116] La deuxième électrode 54 est par exemple connectée au deuxième élément chauffant 28 au centre du deuxième élément chauffant 28 et l'extrémité de connexion de la deuxième électrode 54 s'étend selon l'axe central D-D'. La deuxième électrode 54 est avantageusement coudée et traverse le conduit 22 en aval du deuxième élément chauffant 28.
- [0117] Selon ce mode de réalisation, l'alimentation électrique s'effectue alors par le centre des éléments chauffants 26, 28. Le premier 26 et le deuxième 28 éléments chauffants sont connectés l'un à l'autre en leur périphéries 55, 56, par l'élément tubulaire de maintien monolithique 66 portant la première partie annulaire de maintien 36 et la

deuxième partie annulaire de maintien 38.

- [0118] Selon ce mode de réalisation, la nappe de maintien 40 enserre l'élément tubulaire de maintien monolithique 66, l'élément tubulaire de maintien monolithique 66 s'étendant alors radialement entre la nappe de maintien 40 et le substrat 30.
- [0119] Selon le mode de réalisation présenté en figure 4, le dispositif de chauffage 16 comporte une nappe de maintien complémentaire 68 s'étendant radialement entre l'élément tubulaire de maintien monolithique 66 et le substrat 30. La nappe de maintien complémentaire 68 est particulièrement avantageuse, puisqu'elle permet d'améliorer l'isolation thermique du substrat 30.
- [0120] Selon ce mode de réalisation, le dispositif de chauffage 16 ne comporte par exemple pas d'ensemble de support mécanique 31. Le premier élément chauffant 26 est alors décalé de la face amont 46 du substrat 30, de préférence d'au moins 1mm et le deuxième élément chauffant 28 est alors décalé de la face aval 48 du substrat 30, de préférence d'au moins 1 mm.
- [0121] On notera que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation précédemment décrits, mais pourrait présenter des variantes complémentaires.

Revendications

[Revendication 1]

Dispositif (16) de chauffage de gaz d'échappement de moteur à combustion interne (14), le dispositif de chauffage (16) comportant un conduit (22) définissant un passage (24) de circulation des gaz d'échappement et étant configuré pour conduire les gaz d'échappement selon un axe central (D-D') du passage (24) dans un sens de circulation depuis une extrémité amont (42) du dispositif de chauffage (16) vers une extrémité aval (44) du dispositif de chauffage (16), ledit dispositif de chauffage (16) comprenant :

- un premier élément chauffant (26) réalisée dans un matériau conducteur d'électricité, s'étendant dans le passage de circulation (24) ;
- un deuxième élément chauffant (28) réalisée dans un matériau conducteur d'électricité, s'étendant dans le passage de circulation (24) ; et
- des moyens d'alimentation électrique (32) configurés pour faire circuler un courant électrique dans le premier élément chauffant (26) et dans le deuxième élément chauffant (28), les moyens d'alimentation électrique (32) comprenant :
 - une première électrode (53) connectée électriquement au premier élément chauffant (26) ; et
 - une deuxième électrode (54) connectée électriquement au deuxième élément chauffant (28) ;

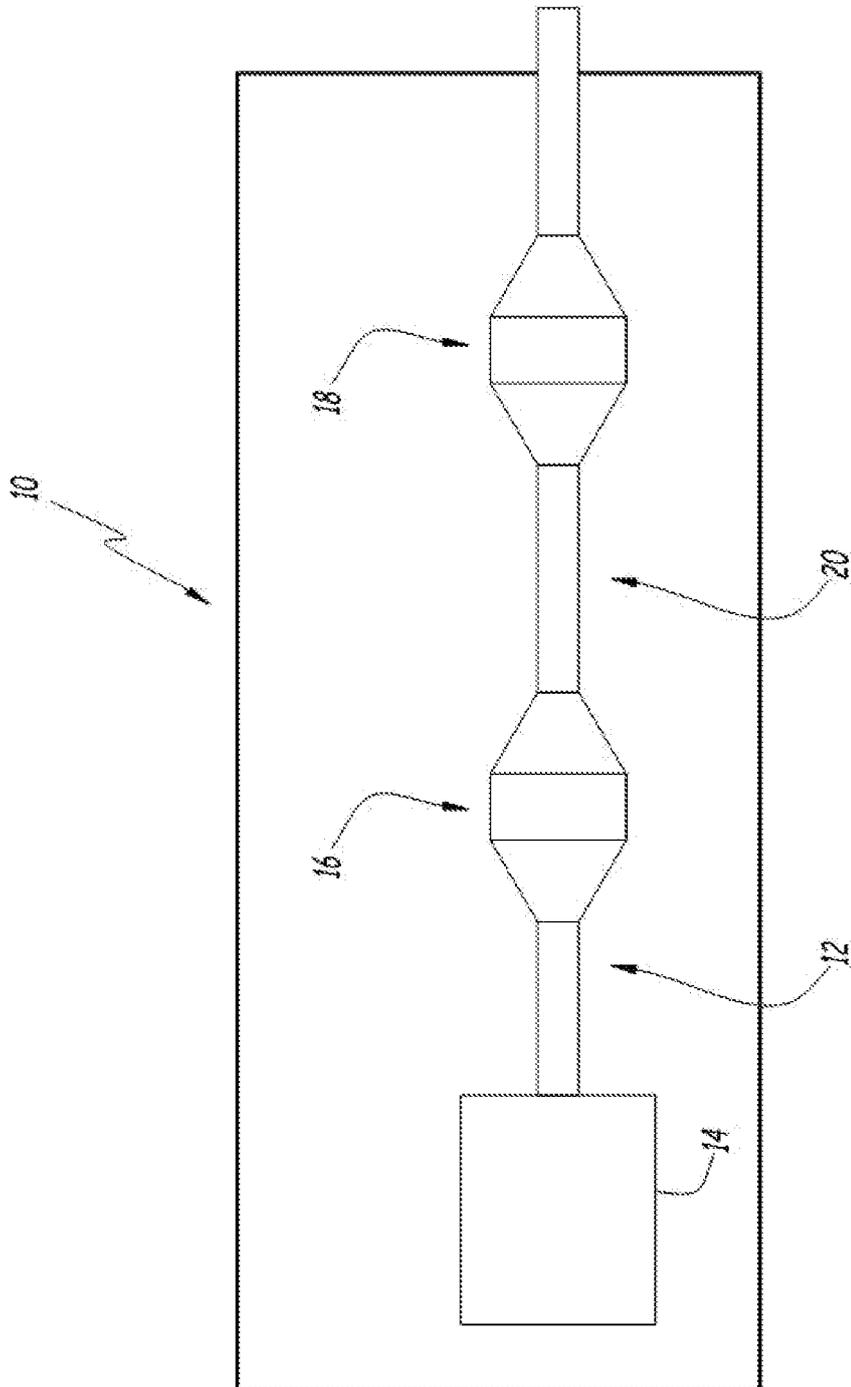
caractérisé en ce que le dispositif de chauffage (16) comporte :

- un substrat (30) s'étendant dans le passage de circulation (24) entre le premier élément chauffant (26) et le deuxième élément chauffant (28), le premier élément chauffant (26) s'étendant sur une face amont (46) du substrat (30) et le deuxième élément chauffant (28) s'étendant sur une face aval (48) du substrat (30) ; et
- un élément de connexion (34) s'étendant dans le passage (24), l'élément de connexion (34) connectant électriquement le premier élément chauffant (26) et le deuxième élément chauffant (28).

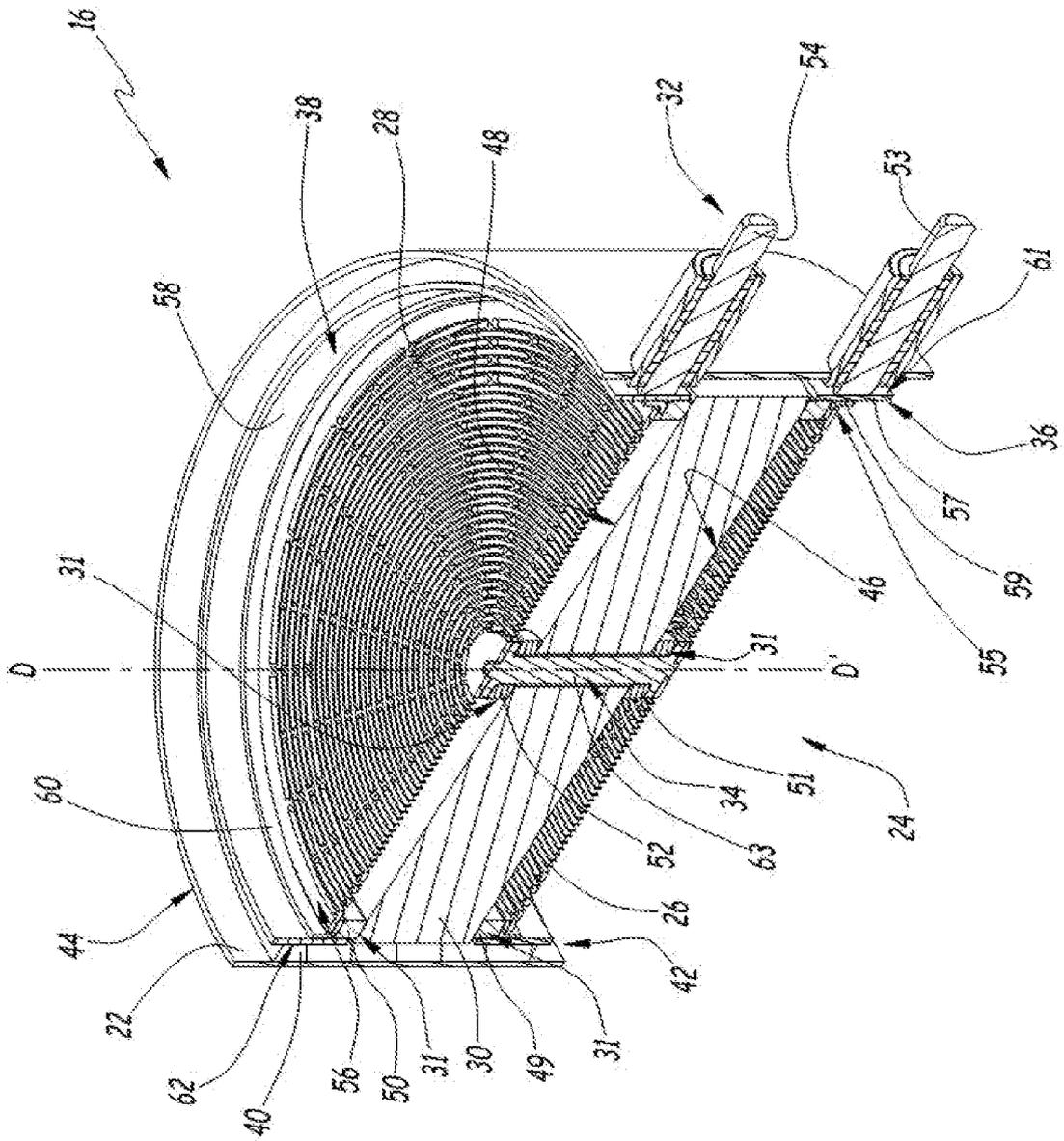
- [Revendication 2] Dispositif de chauffage (16) selon la revendication 1, dans lequel le premier élément chauffant (26) et/ou le deuxième élément chauffant (28) sont chacun formés, indépendamment l'un de l'autre, par un élément de la liste constituée de : une grille métallique, une mousse métallique et une structure en nid d'abeille métallique.
- [Revendication 3] Dispositif de chauffage (16) selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel l'élément de connexion (34) s'étend le long de l'axe (D-D') central du passage (24).
- [Revendication 4] Dispositif de chauffage (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le premier élément chauffant (26) diffère du deuxième élément chauffant (28) au moins par l'une des caractéristiques suivantes : géométrie, résistance électrique, matériau, porosité, densité.
- [Revendication 5] Dispositif de chauffage (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, le dispositif (16) comprenant :
- un premier plateau de support externe (49) s'étendant entre le premier élément chauffant (26) et le substrat (30) ; et/ou
 - un premier plateau de support interne (51) s'étendant entre le premier élément chauffant (26) et le substrat (30) ; et/ou
 - un deuxième plateau de support externe (50) s'étendant entre le deuxième élément chauffant (28) et le substrat (30) ; et/ou
 - un deuxième plateau de support interne (52) s'étendant entre le deuxième élément chauffant (28) et le substrat (30).
- [Revendication 6] Dispositif de chauffage (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant :
- une première partie annulaire de maintien (36), connectée à une périphérie (55) du premier élément chauffant (26) et étant fixée par rapport au conduit (22) ; et/ou
 - une deuxième partie annulaire de maintien (38), connectée à une périphérie (56) du deuxième élément chauffant (28) et étant fixée par rapport au conduit (22).
- [Revendication 7] Dispositif de chauffage (16) selon la revendication 6, comportant une nappe de maintien (40) intercalée radialement entre une périphérie (61) de la première partie annulaire de maintien (36) et le conduit (22), et/ou intercalée radialement entre une périphérie (62) de la deuxième partie

- annulaire de maintien (38) et le conduit (22).
- [Revendication 8] Dispositif de chauffage (16) selon la revendication 6 ou 7, dans lequel la première électrode (53) est connectée électriquement à la première partie annulaire de maintien (36) et la deuxième électrode (54) est connectée électriquement à la deuxième partie annulaire de maintien (38), le substrat (30) s'étendant avantageusement entre la première partie annulaire de maintien (36) et la deuxième partie annulaire de maintien (38) suivant l'axe central (D-D').
- [Revendication 9] Dispositif de chauffage (16) selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans lequel la première partie annulaire de maintien (36) comprend un premier anneau de maintien (57), et la deuxième partie annulaire de maintien (38) comprend un deuxième anneau de maintien (58) distinct du premier anneau de maintien (57).
- [Revendication 10] Dispositif de chauffage (16) selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, comportant un élément tubulaire de maintien monolithique (66), portant la première partie annulaire de maintien (36) et la deuxième partie annulaire de maintien (38) de sorte qu'elles s'étendent dans la continuité l'une de l'autre selon l'axe central (D-D') autour du substrat (30), l'élément tubulaire de maintien (66) formant alors l'élément de connexion (34).
- [Revendication 11] Dispositif de chauffage (16) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel l'élément de connexion (34) est une électrode centrale (63) s'étendant au travers du substrat (30).
- [Revendication 12] Ligne d'échappement (12) d'un véhicule (10) comportant un dispositif de chauffage (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 13] Véhicule (10) comportant une ligne d'échappement (12) selon la revendication 12.

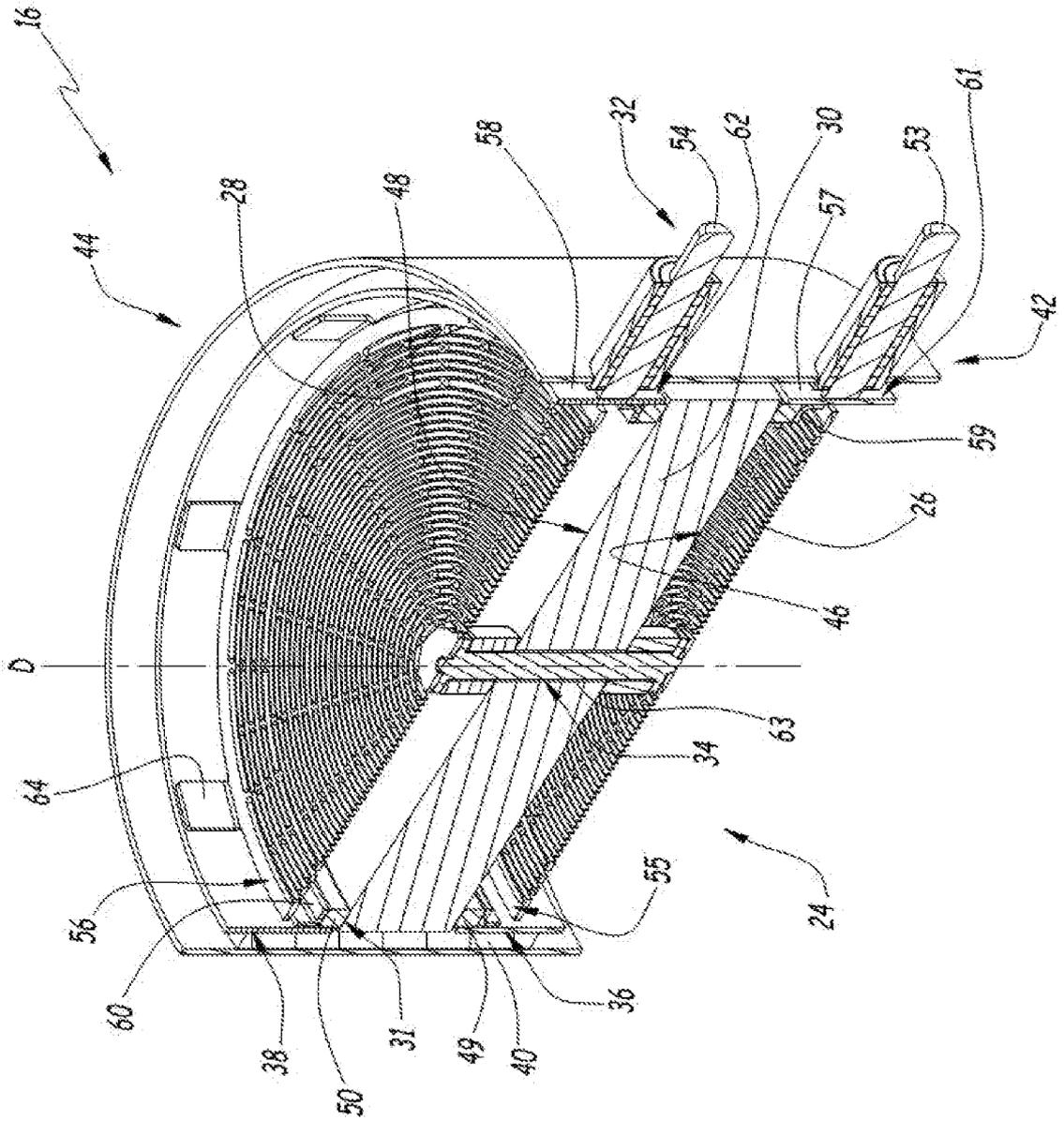
[Fig. 1]



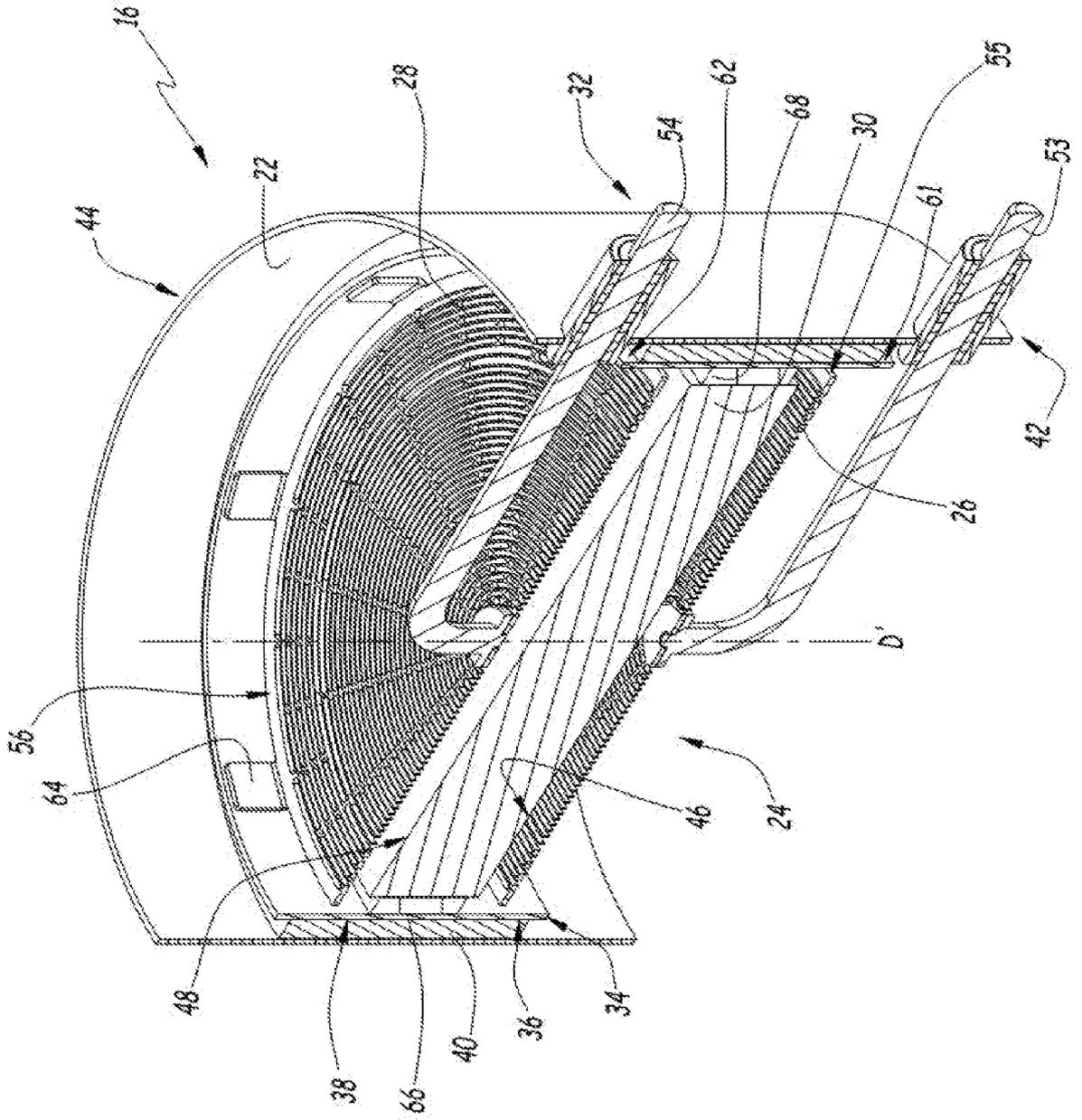
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

FR 3 065 027 A1 (FAURECIA SYSTEMES
DECHAPPEMENT [FR])
12 octobre 2018 (2018-10-12)

WO 2012/046298 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD
[JP]; YAMANISHI KAZUOMI [JP] ET AL.)
12 avril 2012 (2012-04-12)

US 2011/030344 A1 (GONZE EUGENE V [US] ET
AL) 10 février 2011 (2011-02-10)

EP 0 566 401 A1 (NGK INSULATORS LTD [JP])
20 octobre 1993 (1993-10-20)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT