



(51) Classification internationale des brevets :
H01M 10/625 (2014.01) *F25B 29/00* (2006.01)
B60H 1/00 (2006.01) *H01M 10/60* (2014.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/058084

(22) Date de dépôt international :
13 avril 2016 (13.04.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1554718 26 mai 2015 (26.05.2015) FR

(71) Déposant : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
[FR/FR]; 8 rue Louis Lormand, La Verrière, 78320 Le
Mesnil Saint-Denis (FR).

(72) Inventeurs : NEVEU, Daniel; 20 rue Henri Gilbert, 91300
Massy (FR). KARL, Stefan; 21 rue aux oies, 78112 Four-
queux (FR).

(74) Mandataire : METZ, Gaëlle; Valeo Systemes Ther-
miques, Propriété Industrielle, 8 rue Louis Lormand, La
Verrière, 78320 Le Mesnil Saint-Denis (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : SYSTEM FOR THERMAL MANAGEMENT OF AN ELECTRIC VEHICLE

(54) Titre : SYSTEME DE GESTION THERMIQUE DE VEHICULE ELECTRIQUE

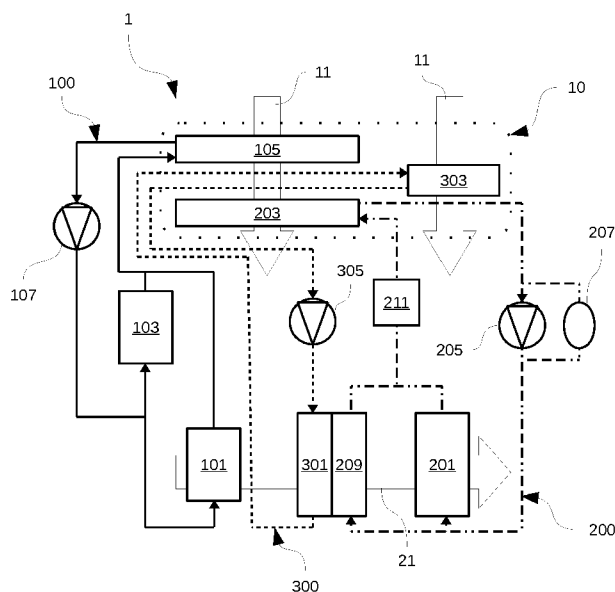


Fig. 1

(57) Abstract : The present invention relates to a system for thermal management (1) of an electric motor vehicle comprising a fuel cell, said system comprising: a first, so-called low-temperature, thermal-control loop (100) including: a heat-exchange device (101) comprising an air compressor for supplying air to the fuel cell; at least one first dedicated radiator (105) arranged at the front surface (10); a second, so-called high-temperature, thermal-control loop (200), including: a device (201) for exchanging heat with the fuel cell; and at least one second dedicated radiator (203) arranged at the front surface (10); a third, so-called very-high-temperature, thermal-control loop (300), including: a device (301) for exchanging heat with the compressed supply air from the supply air compressor; and a third dedicated radiator (303) arranged at the front surface (10).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un système de gestion thermique (1) d'un véhicule automobile électrique comportant une pile à combustible, ledit système comportant : - une première boucle (100) de régulation thermique dite basse température comprenant : · un dispositif d'échange thermique (101) avec un compresseur d'air d'alimentation en air de la pile à combustible, · au moins un premier radiateur dédié (105) disposé au niveau de la face avant (10), - une deuxième boucle (200) de

[Suite sur la page suivante]



régulation thermique dite haute température comprenant : · un dispositif d'échange thermique (201) avec la pile la combustible, et
· au moins un deuxième radiateur (203) dédié disposé au niveau de la face avant (10), - une troisième boucle (300) de régulation thermique dite très haute température comprenant : · un dispositif d'échange thermique (301) avec l'air comprimé d'alimentation en provenance du compresseur d'air d'alimentation, et · un troisième radiateur (303) dédié disposé au niveau de la face avant (10).

SYSTEME DE GESTION THERMIQUE DE VEHICULE ELECTRIQUE

La présente invention concerne le domaine de la gestion thermique au sein d'un
5 véhicule électrique. Plus précisément, la présente invention traite d'un système de
gestion thermique de différents éléments d'un véhicule électrique à pile à combustible.

La gestion thermique d'un véhicule électrique à pile à combustible comporte
notamment la gestion thermique d'organes dont la charge thermique à évacuer et le
10 niveau de température associé sont variables. Par exemple, le compresseur d'air
alimentant la pile à combustible et le moteur électrique du véhicule peuvent accepter un
fluide de refroidissement avec une température pouvant aller jusqu'à 70°C,
l'électronique de gestion peut quant à elle avoir un fluide de refroidissement avec une
température pouvant aller jusqu'à 60°C et les batteries peuvent avoir une température du
15 fluide de refroidissement pouvant aller jusqu'à 40°C environ.

Un organe tel que la pile à combustible en elle même, peut avoir une
température comprise entre 60 et 95°C. Le fluide de refroidissement de l'air comprimé
en direction de la pile à combustible peut quant à lui être soumis à une température
maximale comprise entre 80 et 200°C, selon le taux de compression de l'air et la
20 température ambiante.

Il est ainsi connu d'élaborer un système de gestion thermique comportant deux
boucles de gestion thermique regroupant différents organes du véhicule électrique. Une
première boucle dite basse température, regroupant la gestion thermique du
compresseur d'air, de l'électronique de puissance, du moteur électrique et des batteries.
25 Une deuxième boucle dite haute température regroupant la gestion thermique de la pile
à combustible et de l'air comprimé d'alimentation de cette dernière. Une troisième
boucle dédiée à la climatisation du véhicule électrique peut également être ajoutée.

Afin d'évacuer la charge thermique de ces différentes boucles, des radiateurs
sont disposés en face avant du véhicule automobile, aussi bien dans un module de face
30 avant frontal, c'est à dire situé au niveau de la calandre du véhicule, ou bien même au

niveau de modules additionnels latéraux de face avant, par exemple situés au niveau des passages de roues, afin d'augmenter la surface d'échange.

Cependant, à faible vitesse et lorsqu'une forte puissance est demandée à la pile à combustible, le flux d'air traversant les différents radiateurs peut ne pas être suffisant pour assurer un échange thermique et une capacité de transport de la chaleur suffisants, notamment avec la boucle dite haute température qui a la charge thermique à évacuer la plus élevée. Le refroidissement de l'air comprimé d'alimentation de la pile à combustible se fait donc moins bien, diminuant à la fois la puissance maximale disponible et le rendement de ladite pile à combustible.

10

Un des buts de l'invention est donc de remédier au moins partiellement aux inconvénients de l'art antérieur et de proposer un système de gestion thermique pour véhicule électrique à pile à combustible amélioré.

15 La présente invention concerne donc un système de gestion thermique d'un véhicule automobile électrique comportant une pile à combustible, ledit système comportant :

- une première boucle de régulation thermique dite basse température dans laquelle circule un premier fluide caloporteur et comprenant :
 - 20 ▪ un dispositif d'échange thermique avec un compresseur d'air alimentant en air la pile à combustible,
 - au moins un premier radiateur dédié, disposé au niveau de la face avant du véhicule électrique,
- une deuxième boucle de régulation thermique dite haute température dans laquelle circule un deuxième fluide caloporteur et comprenant :
 - 25 ▪ un dispositif d'échange thermique avec la pile à combustible, et
 - au moins un deuxième radiateur dédié, disposé au niveau de la face avant du véhicule électrique,

- une troisième boucle de régulation thermique dite très haute température dans laquelle circule un troisième fluide caloporteur et comprenant :
 - un dispositif d'échange thermique avec l'air comprimé d'alimentation en provenance du compresseur d'air d'alimentation, et
 - 5 ▪ un troisième radiateur dédié, disposé au niveau de la face avant du véhicule électrique.

Le fait d'avoir trois boucles de gestion thermique distinctes au sein du système de gestion thermique et notamment d'avoir une troisième boucle spécifique à l'air comprimé alimentant la pile à combustible, permet de faire travailler les radiateurs dédiés placés en face avant du véhicule automobile électrique à la température maximum des différentes boucles, évitant ainsi une dilution des températures des fluides caloporteur. Chaque organe est donc refroidi à la température maximale autorisée selon ses besoins. Ainsi, l'air comprimé d'alimentation et la pile à combustible sont gérés indépendamment, ce qui permet d'optimiser la densité de puissance et le rendement de la pile à combustible.

Selon un aspect de l'invention, la première boucle de régulation thermique comprend un dispositif d'échange thermique avec l'électronique de puissance du véhicule électrique.

Selon un aspect de l'invention, au moins un premier radiateur dédié est disposé au sein d'au moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique.

Selon un autre aspect de l'invention, au moins un premier radiateur dédié est disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule électrique.

Selon un autre aspect de l'invention, la première boucle de régulation thermique dite basse température comporte au moins deux premiers radiateurs dédiés reliés en série ou en parallèle, au moins un premier radiateur dédié étant disposé au sein d'au moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique et au moins un

autre premier radiateur dédié étant disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule électrique.

Selon un autre aspect de l'invention, au moins un deuxième radiateur dédié est
5 disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule électrique.

Selon un autre aspect de l'invention, la deuxième boucle de régulation thermique dite haute température comporte au moins deux deuxièmes radiateurs dédiés reliés en série ou en parallèle, au moins un deuxième radiateur dédié étant disposé au sein d'au
10 moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique et au moins un autre deuxième radiateur dédié étant disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule électrique.

Selon un autre aspect de l'invention, le troisième radiateur dédié est disposé au
15 sein d'au moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique.

Selon un autre aspect de l'invention, le troisième radiateur dédié est disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule électrique.

20 Selon un autre aspect de l'invention, au sein d'un même module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique, le premier radiateur dédié est placé en amont du deuxième ou troisième radiateur dédié, dans le sens de circulation du flux d'air les traversant.

25 Selon un autre aspect de l'invention, au sein d'un même module frontal de face avant du véhicule électrique, le premier radiateur dédié est placé en amont du deuxième ou troisième radiateur dédié, dans le sens de circulation du flux d'air les traversant.

Selon un autre aspect de l'invention, la seconde boucle haute température
30 comporte en outre un premier échangeur thermique supplémentaire connecté

parallèlement au dispositif d'échange thermique avec la pile la combustible, ledit premier échangeur thermique supplémentaire étant disposé, dans le flux d'air comprimé d'alimentation, en sortie du compresseur d'air d'alimentation, en aval du dispositif d'échange thermique avec l'air d'alimentation comprimé de la troisième boucle très haute température.

Ce premier échangeur thermique supplémentaire permet d'amener l'air comprimé d'alimentation à une température proche de celle de la pile à combustible et ainsi permet d'accélérer la mise en température de la pile à combustible après son démarrage et d'assurer une température homogène au sein de la pile pour améliorer son rendement et sa durée de vie.

Selon un autre aspect de l'invention, le dispositif d'échange thermique avec l'air d'alimentation comprimé de la troisième boucle très haute température et le premier échangeur thermique supplémentaire de la seconde boucle haute température sont accolés l'un à l'autre.

Selon un autre aspect de l'invention, le dispositif d'échange thermique avec l'air d'alimentation comprimé de la troisième boucle très haute température et le premier échangeur thermique supplémentaire de la seconde boucle haute température sont regroupés au sein d'un même échangeur de chaleur comportant un premier circuit interne de circulation du troisième fluide caloporteur et un deuxième circuit interne de circulation du deuxième fluide caloporteur.

Selon un autre aspect de l'invention, la seconde boucle haute température comporte en outre un second échangeur thermique supplémentaire connecté entre le dispositif d'échange thermique avec la pile à combustible et le ou les deuxièmes radiateurs dédiés, ledit second échangeur thermique supplémentaire étant disposé dans le flux de combustible arrivant à la pile à combustible.

Ce second échangeur thermique supplémentaire permet d'amener le flux de combustible arrivant à la pile à combustible à une température proche de celle de la pile à combustible et ainsi améliore son rendement et sa durée de vie.

5 Selon un autre aspect de l'invention, le système de gestion comporte en outre une quatrième boucle de climatisation dans laquelle circule un fluide réfrigérant, ladite quatrième boucle de climatisation comportant :

- un compresseur,
- un condenseur disposé au niveau de la face avant du véhicule automobile
- 10 électrique,
- un dispositif de détente, et
- un évaporateur disposé au sein d'un dispositif d'alimentation en air de l'habitacle du véhicule automobile.

15 Selon un autre aspect de l'invention, le condenseur est disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule automobile en amont du deuxième radiateur dédié de la deuxième boucle haute température, dans le sens de circulation du flux d'air les traversant.

20 Selon un autre aspect de l'invention, le condenseur est disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule électrique entre le deuxième radiateur dédié de la deuxième boucle haute température et le premier radiateur dédié de la première boucle basse température.

25 Selon un autre aspect de l'invention, la première boucle basse température et la quatrième boucle de climatisation comportent un premier échangeur de chaleur bi-fluide entre le premier fluide caloporteur et le fluide réfrigérant, ledit premier échangeur de chaleur bi-fluide étant disposé au sein de la quatrième boucle de climatisation en amont du condenseur.

Ce premier échangeur de chaleur bi-fluide permet un refroidissement supplémentaire du fluide réfrigérant de la quatrième boucle de climatisation.

5 Selon un autre aspect de l'invention, ledit premier échangeur de chaleur bi-fluide est disposé au sein de la première boucle basse température en amont du premier radiateur dédié.

 Selon un autre aspect de l'invention, ledit premier échangeur de chaleur bi-fluide
10 est disposé au sein de la première boucle basse température en aval du premier radiateur dédié.

 Selon un autre aspect de l'invention, la troisième boucle très haute température et la quatrième boucle de climatisation comportent un deuxième échangeur de chaleur bi-
15 fluide entre le troisième fluide caloporteur et le fluide réfrigérant, ledit deuxième échangeur de chaleur bi-fluide étant disposé au sein de la quatrième boucle de climatisation en amont du condenseur.

 Ce deuxième échangeur de chaleur bi-fluide permet également un
20 refroidissement supplémentaire du fluide réfrigérant de la quatrième boucle de climatisation.

 Selon un autre aspect de l'invention, ledit deuxième échangeur de chaleur bi-fluide est disposé au sein de la troisième boucle très haute température en amont du
25 troisième radiateur dédié.

 Selon un autre aspect de l'invention, ledit deuxième échangeur de chaleur bi-fluide est disposé au sein de la troisième boucle très haute température en aval du troisième radiateur dédié.

Selon un autre aspect de l'invention, la deuxième boucle haute température comporte en outre :

- une vanne trois-voies disposée en aval du dispositif d'échange thermique avec la pile la combustible, et
- 5 ◦ un échangeur de chaleur complémentaire disposé au sein d'un dispositif d'alimentation en air de l'habitacle du véhicule automobile,

ladite vanne trois-voies pouvant rediriger le deuxième fluide caloporteur en provenance du dispositif d'échange thermique avec la pile la combustible soit directement vers le deuxième radiateur dédié ou vers l'échangeur de chaleur
10 complémentaire, le deuxième fluide réfrigérant rejoignant ensuite ledit deuxième radiateur dédié.

Par la gestion de cette vanne trois-voies, il est ainsi possible d'utiliser la chaleur émise par la pile à combustible et également une partie de la chaleur de l'air comprimé d'alimentation pour chauffer un flux d'air allant en direction de l'habitacle du véhicule
15 automobile.

Selon un autre aspect de l'invention, la deuxième boucle haute température comporte en outre un dispositif de chauffage électrique du deuxième fluide caloporteur disposé entre la vanne trois-voies et l'échangeur de chaleur complémentaire.

20

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante, donnée à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 montre une représentation schématique d'une architecture de
25 système de gestion thermique selon un premier mode de réalisation,
- la figure 2 montre une représentation schématique d'une architecture de système de gestion thermique selon un deuxième mode de réalisation,
- la figure 3a montre une représentation schématique d'une architecture de système de gestion thermique selon un troisième mode de réalisation,

- la figure 3b montre une représentation schématique d'une architecture de système de gestion thermique selon un quatrième mode de réalisation,

Sur les différentes figures, les éléments identiques portent les mêmes numéros de référence.

5 Dans la présente description, on entend par « placé en amont » qu'un élément est placé avant un autre par rapport au sens de circulation d'un fluide. A contrario, on entend par « placé en aval » qu'un élément est placé après un autre par rapport au sens de circulation du fluide.

10 Comme le montre la figure 1, le système de gestion thermique 1 de véhicule électrique à pile à combustible selon l'invention comporte :

- une première boucle 100 de régulation thermique dite basse température dans laquelle circule un premier fluide caloporteur et comprenant :
 - un dispositif d'échange thermique 101 avec un compresseur d'air alimentant en air la pile à combustible,
 - 15 ▪ un dispositif d'échange thermique 103 avec l'électronique de puissance du véhicule automobile électrique,
 - au moins un premier radiateur dédié 105 disposé au niveau de la face avant 10 du véhicule automobile électrique, et
 - 20 ▪ une première pompe 107 généralement disposée en aval du premier radiateur dédié 105.

Au sein de cette première boucle 100 basse température, la température moyenne du premier fluide caloporteur avant son entrée dans le ou les premiers radiateurs dédiés 105 est au maximum de l'ordre de 70° C.

25 Par électronique de puissance, on entend l'électronique de gestion du véhicule électrique et de ces différents organes, notamment le convertisseur, ainsi que le moteur électrique, et le cas échéant les batteries.

Le système de gestion thermique 1 de véhicule électrique à pile à combustible selon l'invention comporte :

- une deuxième boucle 200 de régulation thermique dite haute température dans laquelle circule un deuxième fluide caloporteur et comprenant :
 - un dispositif d'échange thermique 201 avec la pile la combustible,
 - au moins un deuxième radiateur 203 dédié disposé au niveau de la face avant 10 du véhicule automobile électrique, et
 - une deuxième pompe 205 généralement disposée en aval du deuxième radiateur dédié 203.

Au sein de cette deuxième boucle 200 haute température, la température moyenne du deuxième fluide caloporteur avant son entrée dans le ou les deuxièmes radiateurs dédiés 203 est de l'ordre de 60 à 90°C.

La deuxième boucle 200 haute température peut également comporter un déioniseur 207, par exemple connecté parallèlement à la deuxième pompe 205.

Le système de gestion thermique 1 de véhicule électrique à pile à combustible selon l'invention comporte :

- une troisième boucle 300 de régulation thermique dite très haute température dans laquelle circule un troisième fluide caloporteur et comprenant :
 - un dispositif d'échange thermique 301 avec l'air comprimé d'alimentation en provenance du compresseur d'air d'alimentation,
 - un troisième radiateur 303 dédié disposé au niveau de la face avant 10 du véhicule automobile électrique, et
 - une troisième pompe 305 généralement disposée en aval du troisième radiateur dédié 303.

Au sein de cette troisième boucle 300 très haute température, la température du troisième fluide caloporteur avant son entrée dans le troisièmes radiateur dédié est supérieure à la température du deuxième fluide caloporteur en sortie du dispositif d'échange thermique 201 avec la pile la combustible, soit une température en moyenne supérieure à 90°C.

Le fait d'avoir trois boucles de gestion thermique distinctes au sein du système de gestion thermique 1 et notamment d'avoir une troisième boucle 300 spécifique à l'air comprimé d'alimentation de la pile à combustible, permet de faire travailler les radiateurs dédiés 105, 203 et 303 placés en face avant 10 du véhicule automobile électrique à la température maximum des différentes boucles, évitant ainsi une dilution des températures des fluides caloporteur. Chaque organe est donc refroidi à la température maximale autorisée selon ses besoins. Ainsi, l'air comprimé d'alimentation et la pile à combustible sont gérés indépendamment, ce qui permet d'optimiser la densité de puissance et le rendement de la pile à combustible.

10

Afin d'avoir une évacuation de la chaleur optimale, et selon un premier mode de réalisation illustré à la figure 1, un premier radiateur dédié 105 ainsi qu'un deuxième radiateur dédié 203 peuvent être disposés au sein d'un module frontal de face avant de véhicule automobile, c'est à dire au niveau de la calandre du véhicule électrique.

15

Le troisième radiateur dédié 303 est quant à lui de préférence disposé au sein d'au moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique, c'est à dire sur les côtés de la face avant, au niveau des passages de roues. Il est néanmoins possible d'imaginer que le troisième radiateur dédié 303 puisse être disposé au sein du module frontal de face avant de véhicule automobile.

20

Que ce soit au sein du module frontal de face avant de véhicule automobile ou au sein d'au moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique, le troisième radiateur dédié 303 est disposé le plus en aval possible par rapport à un premier 105 ou un deuxième 203 radiateur dédié dans le sens du flux d'air 11. En effet, la température du troisième fluide caloporteur en entrée du troisième radiateur dédié 303 est la plus élevée entre celles du premier et du deuxième fluide caloporteur respectivement aux entrées des premier 105 et deuxième 203 radiateurs dédiés.

25

Selon un second mode de réalisation illustré à la figure 2, un premier radiateur dédié 105 est disposé, à l'instar du troisième radiateur dédié 303, au sein d'au moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique.

5 Selon un autre mode de réalisation non représenté, la première boucle 100 basse température peut comporter au moins deux premiers radiateurs dédiés 105 reliés en série ou en parallèle. Au moins un premier radiateur dédié 105 est alors disposé au sein d'au moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique et au moins un autre premier radiateur dédié 105 est disposé au sein d'un module frontal de face avant
10 du véhicule électrique.

De même, la deuxième boucle 200 haute température peut comporter au moins deux deuxièmes radiateurs dédiés 203 reliés en série ou en parallèle. Au moins un deuxième radiateur dédié 203 est alors disposé au sein d'au moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique et au moins un autre deuxième
15 radiateur dédié 203 est disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule électrique.

Que ce soit au sein du module frontal de face avant de véhicule automobile ou au sein d'au moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique, le
20 premier radiateur dédié 105 est disposé le plus en amont possible par rapport à un deuxième 203 ou un troisième 303 radiateur dédié dans le sens du flux d'air 11. En effet, la température du premier fluide caloporteur en entrée du premier radiateur dédié 105 est la plus faible entre celles du deuxième et du troisième fluide caloporteur respectivement aux entrées des deuxième 203 et troisième 303 radiateurs dédiés.

25 Ainsi, au sein d'un même module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique ou d'un même module frontal de face avant du véhicule électrique, le premier radiateur dédié 105 est placé en amont du deuxième 203 ou troisième 303 radiateur dédié, dans le sens de circulation du flux d'air 11 les traversant.

Comme montré sur les figures 1 et 2, la seconde boucle 200 haute température peut également comporter un premier échangeur thermique supplémentaire 209 connecté parallèlement au dispositif d'échange thermique 201 avec la pile à combustible. Par connecté parallèlement, on entend, à l'instar des branchements dans le domaine électrique, que les entrées de troisième fluide caloporteur du dispositif d'échange thermique 201 avec la pile à combustible et du premier échangeur thermique supplémentaire 209, sont toutes deux connectées à la sortie de la deuxième pompe et que leurs sorties sont toutes deux connectées au deuxième radiateur dédié 203. Ledit premier échangeur thermique supplémentaire 209 est disposé, dans le flux d'air comprimé 21 d'alimentation en sortie du compresseur d'air d'alimentation, en aval du dispositif d'échange thermique 301 avec l'air comprimé d'alimentation de la troisième boucle 300 très haute température. Ce premier échangeur thermique supplémentaire 209 permet d'amener l'air comprimé d'alimentation à une température proche de celle de la pile à combustible et ainsi permet d'accélérer la mise en température de la pile à combustible après son démarrage et d'assurer une température homogène au sein de la pile pour améliorer son rendement et sa durée de vie.

Le dispositif d'échange thermique 301 avec l'air d'alimentation comprimé de la troisième boucle 300 très haute température et le premier échangeur thermique supplémentaire 209 de la seconde boucle 200 haute température peuvent être accolés l'un à l'autre. Selon un autre mode de réalisation, le dispositif d'échange thermique 301 avec l'air d'alimentation comprimé et le premier échangeur thermique supplémentaire 209 sont regroupés au sein d'un même échangeur de chaleur comportant un premier circuit interne de circulation du troisième fluide caloporteur et un deuxième circuit interne de circulation du deuxième fluide caloporteur.

La seconde boucle 200 haute température peut également comporter un second échangeur thermique supplémentaire 214 connecté entre le dispositif d'échange thermique 201 avec la pile la combustible et le deuxième radiateur dédié 203. Ce second échangeur thermique supplémentaire 214 est disposé dans le flux de combustible arrivant à la pile à combustible afin d'amener ce dernier à une température proche de celle de la pile à combustible et ainsi d'améliorer son rendement et sa durée de vie.

Comme illustré à la figure 2, la seconde boucle 200 haute température peut en outre comporter :

- 5 ◦ une vanne trois-voies 210 disposée en aval du dispositif d'échange thermique 201 avec la pile la combustible, et
- un échangeur de chaleur complémentaire 211 disposé au sein d'un dispositif d'alimentation en air de l'habitacle du véhicule automobile.

La vanne trois-voies 210 permet de rediriger le deuxième fluide caloporteur en provenance du dispositif d'échange thermique 201 avec la pile la combustible soit
10 directement vers le deuxième radiateur dédié 203 ou alors vers l'échangeur de chaleur complémentaire 211, le deuxième fluide réfrigérant rejoignant ensuite ledit deuxième radiateur dédié 203. Par la gestion de cette vanne trois-voies 209, il est ainsi possible d'utiliser la chaleur émise par la pile à combustible et également une partie de la chaleur de l'air comprimé d'alimentation pour chauffer un flux d'air 31 allant en direction de
15 l'habitacle du véhicule automobile.

Afin d'améliorer cet aspect de chauffage du flux d'air 31 allant en direction de l'habitacle du véhicule automobile, la deuxième boucle 200 haute température peut également comporter un dispositif de chauffage électrique 213 du deuxième fluide caloporteur disposé entre la vanne trois-voies 209 et l'échangeur de chaleur
20 complémentaire 211.

La figure 2 montre également que le système de gestion thermique 1 peut également comporter une quatrième boucle de climatisation 400, dans laquelle circule un fluide réfrigérant et dédiée à la gestion thermique du flux d'air 31 allant en direction
25 de l'habitacle du véhicule automobile.

La quatrième boucle 400 de climatisation comporte notamment :

- un compresseur 401,
- un condenseur 403 disposé au niveau de la face avant 10 du véhicule automobile électrique, en aval du compresseur 401,

- un dispositif de détente 405 en aval du condenseur 403, et
- un évaporateur 407 disposé au sein d'un dispositif d'alimentation en air de l'habitacle du véhicule automobile, entre le dispositif de détente 405 et le compresseur 401.

5 Le condenseur 403 est de préférence disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule automobile en amont du deuxième radiateur dédié 203 de la deuxième boucle 200 haute température, dans le sens de circulation du flux d'air 11 les traversant.

 Dans le cas où le premier radiateur dédié 105 de la premier boucle 100 basse température est également disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule
10 automobile, le condenseur 403 est positionné entre le deuxième radiateur dédié 203 de la deuxième boucle 200 haute température et le premier radiateur dédié 105 de la première boucle 100 basse température.

 Sur les figures 3a et 3b, seules les boucles en interconnexions sont représentées
15 dans leur intégralité afin d'améliorer la compréhension.

 Comme illustré à la figure 3a, la première boucle 100 basse température et la quatrième boucle 400 de climatisation peuvent comporter un premier échangeur de chaleur bi-fluide 501 entre le premier fluide caloporteur et le fluide réfrigérant. Ce
20 premier échangeur de chaleur bi-fluide 501 est disposé au sein de la quatrième boucle 400 de climatisation en amont du condenseur 403. Au sein de la première boucle 100 basse température, le premier échangeur de chaleur bi-fluide 501 peut tout aussi bien être placé en amont ou en aval du premier radiateur dédié 105.

 Comme illustré sur la figure 3b, la troisième boucle 300 très haute température
25 et la quatrième boucle 400 de climatisation peuvent également comporter un deuxième échangeur de chaleur bi-fluide 503 entre le troisième fluide caloporteur et le fluide réfrigérant. Ce deuxième échangeur de chaleur bi-fluide 503 est disposé au sein de la quatrième boucle 400 de climatisation en amont du condenseur 403. Au sein de la troisième boucle 300 très haute température, le deuxième échangeur de chaleur bi-fluide
30 503 peut tout aussi bien être placé en amont ou en aval du troisième radiateur dédié 303.

Ces premier et deuxième échangeur de chaleur bi-fluide 501 et 503 permettent un refroidissement supplémentaire du fluide réfrigérant de la quatrième boucle 400 de climatisation. En effet, si le fluide réfrigérant est par exemple du CO₂, il peut atteindre des températures maximum de l'ordre de 150°C ce qui est bien supérieur aux
5 températures du premier fluide réfrigérant de la premier boucle 100 basse température et même du troisième fluide réfrigérant de la troisième boucle 300 très haute température. Ces premier et deuxième échangeurs de chaleur bi-fluide 501 et 503 permettent donc, à refroidissement du fluide réfrigérant équivalent, d'avoir un condenseur 403 de plus petite taille.

10

Ainsi, on voit bien que le système de gestion thermique 1 selon l'invention permet de part la présence d'une troisième boucle 300 très haute température, dédiée à la gestion thermique de l'air comprimé alimentation, une meilleure gestion thermique du véhicule électrique.

15

REVENDICATIONS

1. Système de gestion thermique (1) d'un véhicule automobile électrique comportant une pile à combustible, caractérisé en ce que ledit système
- 5 comporte :
- une première boucle (100) de régulation thermique dite basse température dans laquelle circule un premier fluide caloporteur et comprenant :
 - un dispositif d'échange thermique (101) avec un compresseur d'air alimentant en air la pile à combustible,
 - 10 ▪ au moins un premier radiateur dédié (105), disposé au niveau de la face avant (10) du véhicule électrique,
 - une deuxième boucle (200) de régulation thermique dite haute température dans laquelle circule un deuxième fluide caloporteur et comprenant :
 - un dispositif d'échange thermique (201) avec la pile à combustible, et
 - 15 ▪ au moins un deuxième radiateur (203) dédié, disposé au niveau de la face avant (10) du véhicule électrique,
 - une troisième boucle (300) de régulation thermique dite très haute température dans laquelle circule un troisième fluide caloporteur et comprenant :
 - 20 ▪ un dispositif d'échange thermique (301) avec l'air comprimé d'alimentation en provenance du compresseur d'air d'alimentation, et
 - un troisième radiateur (303) dédié, disposé au niveau de la face avant (10) du véhicule électrique.
- 25 2. Système de gestion (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la première boucle de régulation thermique comprend un dispositif d'échange thermique (103) avec l'électronique de puissance du véhicule électrique.

3. Système de gestion (1) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'au moins un premier radiateur dédié (105) est disposé au sein d'au moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique.
- 5 4. Système de gestion (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins un premier radiateur dédié (105) est disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule électrique.
- 10 5. Système de gestion (1) selon les revendications 3 et 4, caractérisé en ce que la première boucle (100) de régulation thermique dite basse température comporte au moins deux premiers radiateurs dédiés (105) reliés en série ou en parallèle, au moins un premier radiateur dédié (105) étant disposé au sein d'au moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique et au moins un autre premier radiateur dédié (105) étant disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule électrique.
- 15 6. Système de gestion (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins un deuxième radiateur dédié (203) est disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule électrique.
- 20 7. Système de gestion (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la deuxième boucle de régulation thermique (200) dite haute température comporte au moins deux deuxièmes radiateurs dédiés (203) reliés en série ou en parallèle, au moins un deuxième radiateur dédié (203) étant disposé au sein d'au moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique et au moins un autre deuxième radiateur dédié (203) étant disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule électrique.
- 25

8. Système de gestion (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le troisième radiateur dédié (303) est disposé au sein d'au moins un module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique.
- 5 9. Système de gestion (1) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le troisième radiateur dédié (203) est disposé au sein d'un module frontal de face avant du véhicule électrique.
- 10 10. Système de gestion (1) selon la revendication 3 ou 5 prise en combinaison avec les revendications 7 ou 8, caractérisé en ce qu'au sein d'un même module additionnel latéral de face avant du véhicule électrique, le premier radiateur dédié (105) est placé en amont du deuxième (203) ou troisième (303) radiateur dédié, dans le sens de circulation du flux d'air (11) les traversant.
- 15 11. Système de gestion (1) selon la revendication 4 ou 5 prise en combinaison avec les revendications 6 ou 9, caractérisé en ce qu'au sein d'un même module frontal de face avant du véhicule électrique, le premier radiateur dédié (105) est placé en amont du deuxième (203) ou troisième (303) radiateur dédié, dans le sens de circulation du flux d'air (11) les traversant.
- 20 12. Système de gestion (1) selon l'une quelconques des revendications précédentes, caractérisé en ce que la seconde boucle (200) haute température comporte en outre un premier échangeur thermique supplémentaire (209) connecté parallèlement au dispositif d'échange thermique (201) avec la pile la
- 25 combustible, ledit premier échangeur thermique supplémentaire (209) étant disposé, dans le flux d'air comprimé (21) d'alimentation, en sortie du compresseur d'air d'alimentation, en aval du dispositif d'échange thermique (301) avec l'air d'alimentation comprimé de la troisième boucle (300) très haute température.

13. Système de gestion (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le dispositif d'échange thermique (301) avec l'air d'alimentation comprimé de la troisième boucle (300) très haute température et le premier échangeur thermique supplémentaire (209) de la seconde boucle (200) haute température sont accolés l'un à l'autre.
14. Système de gestion (1) selon la revendication 12, caractérisé en ce que le dispositif d'échange thermique (301) avec l'air d'alimentation comprimé de la troisième boucle (300) très haute température et le premier échangeur thermique supplémentaire (209) de la seconde boucle (200) haute température sont regroupés au sein d'un même échangeur de chaleur comportant un premier circuit interne de circulation du troisième fluide caloporteur et un deuxième circuit interne de circulation du deuxième fluide caloporteur.
15. Système de gestion (1) selon l'une quelconques des revendications précédentes, caractérisé en ce que la seconde boucle (200) haute température comporte en outre un second échangeur thermique supplémentaire (214) connecté entre le dispositif d'échange thermique (201) avec la pile à combustible et le ou les deuxièmes radiateurs dédiés (203), ledit second échangeur thermique supplémentaire (214) étant disposé dans le flux de combustible arrivant à la pile à combustible.
16. Système de gestion (1) selon l'une quelconques des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une quatrième boucle (400) de climatisation dans laquelle circule un fluide réfrigérant, ladite quatrième boucle (400) de climatisation comportant :
- un compresseur (401),
 - un condenseur (403) disposé au niveau de la face avant (10) du véhicule automobile électrique,
 - un dispositif de détente (405), et

- un évaporateur (407) disposé au sein d'un dispositif d'alimentation en air de l'habitacle du véhicule automobile.

1/4

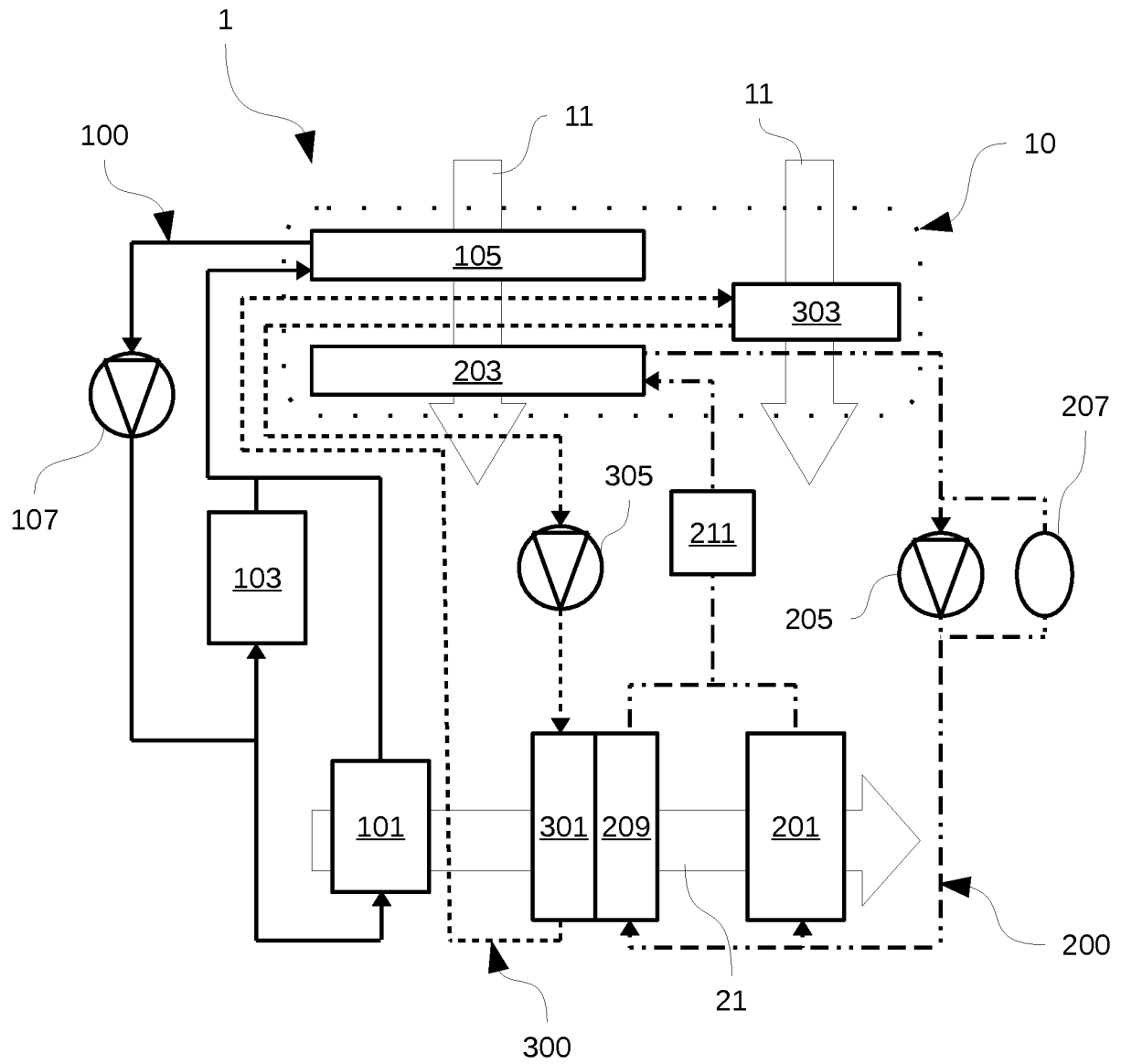


Fig. 1

2/4

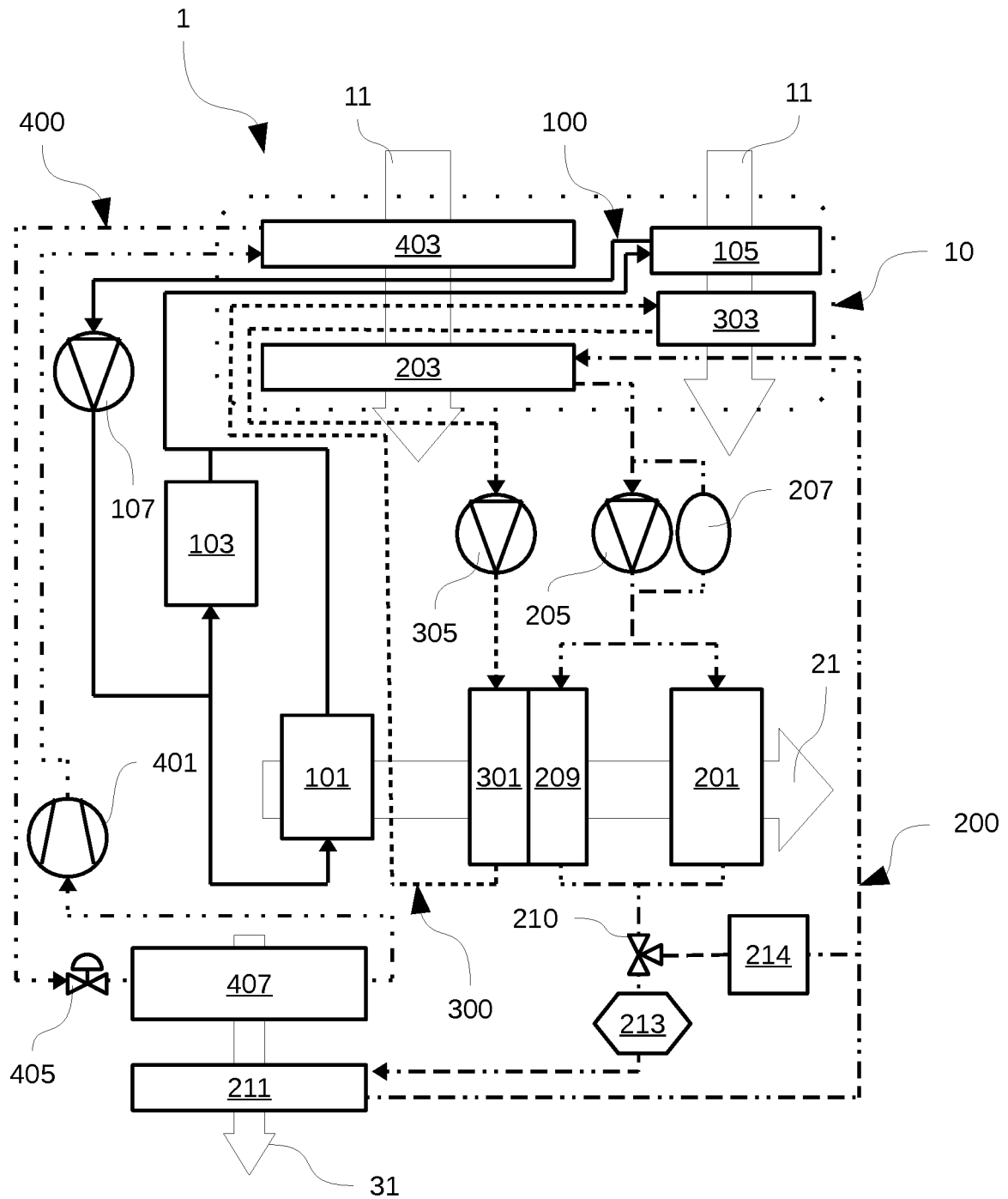
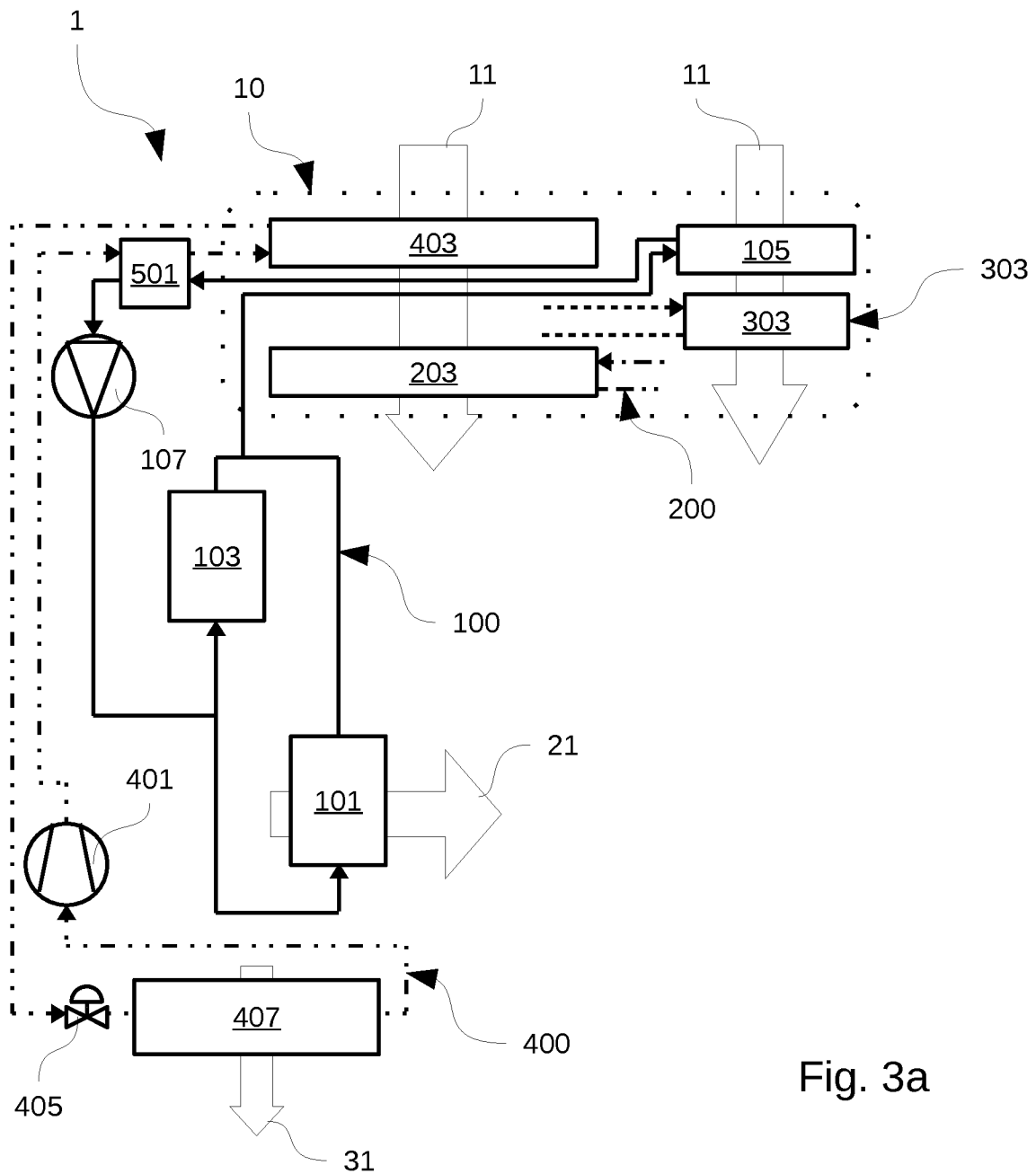


Fig. 2



4/4

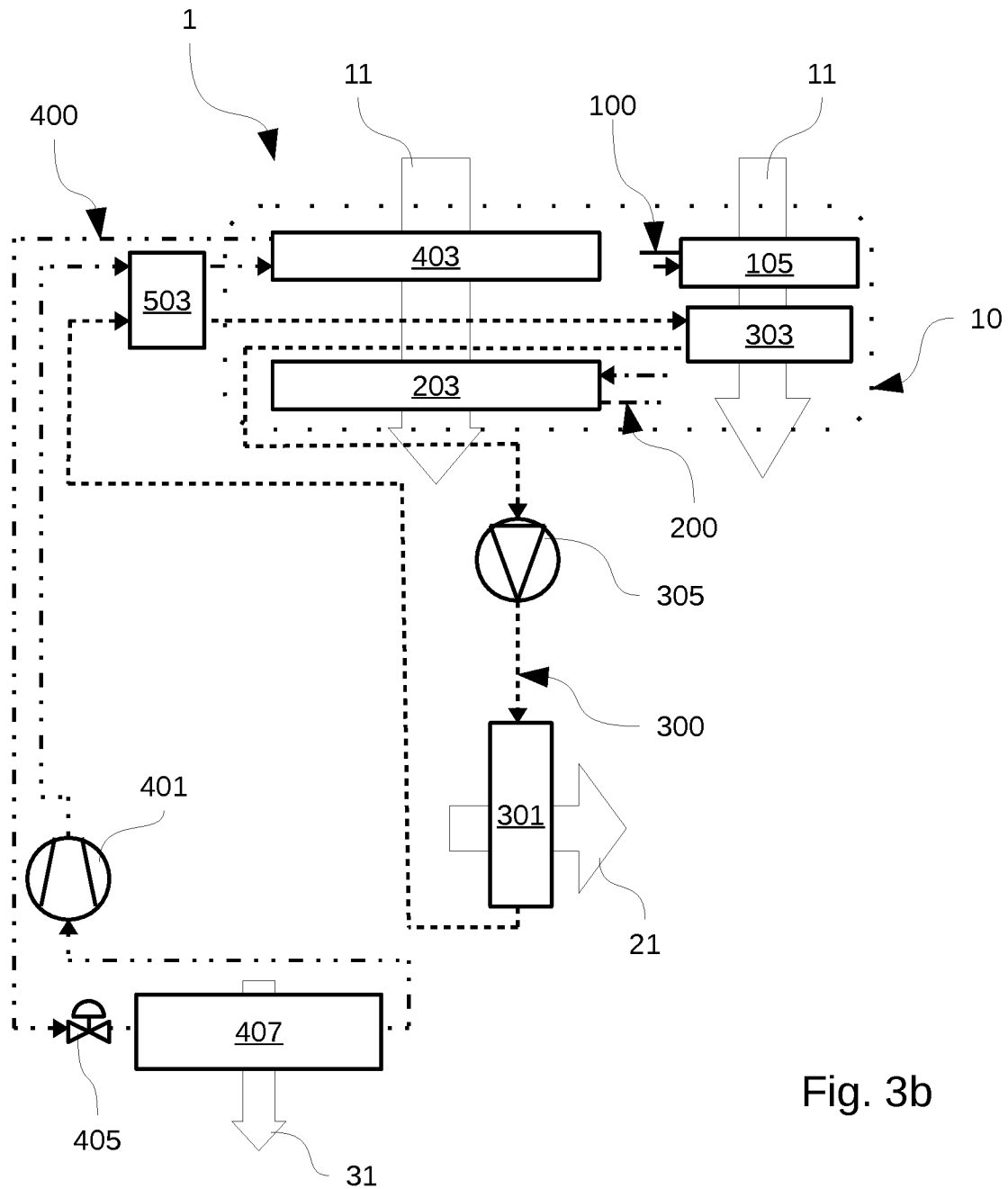


Fig. 3b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/058084

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01M10/625 B60H1/00 F25B29/00 H01M10/60
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01M B60H F25B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 868 607 A1 (RENAULT SAS [FR]) 7 October 2005 (2005-10-07) page 8, line 23 - page 15, line 13; claims 1-16 -----	1-16
A	EP 2 263 894 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 22 December 2010 (2010-12-22) paragraph [0010] - paragraph [0017] paragraph [0030] - paragraph [0047] -----	1-16
A	WO 2010/139582 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]; AP NGY SRU [FR]; JOUANNY PHILIPPE [FR]) 9 December 2010 (2010-12-09) page 16, line 6 - page 21, line 19 -----	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 April 2016

Date of mailing of the international search report

19/05/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wiedemann, Eric

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/058084

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2868607	A1	07-10-2005	EP 1733447 A1 20-12-2006
			FR 2868607 A1 07-10-2005
			WO 2005096424 A1 13-10-2005

EP 2263894	A1	22-12-2010	CN 102001271 A 06-04-2011
			EP 2263894 A1 22-12-2010
			EP 2437953 A1 11-04-2012
			FR 2946415 A1 10-12-2010
			FR 2946416 A1 10-12-2010
			JP 5599654 B2 01-10-2014
			JP 2010280377 A 16-12-2010
			WO 2010139796 A1 09-12-2010

WO 2010139582	A1	09-12-2010	EP 2437955 A1 11-04-2012
			FR 2946288 A1 10-12-2010
			WO 2010139582 A1 09-12-2010

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/058084

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H01M10/625 B60H1/00 F25B29/00 H01M10/60 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H01M B60H F25B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 868 607 A1 (RENAULT SAS [FR]) 7 octobre 2005 (2005-10-07) page 8, ligne 23 - page 15, ligne 13; revendications 1-16 -----	1-16
A	EP 2 263 894 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 22 décembre 2010 (2010-12-22) alinéa [0010] - alinéa [0017] alinéa [0030] - alinéa [0047] -----	1-16
A	WO 2010/139582 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]; AP NGY SRU [FR]; JOUANNY PHILIPPE [FR]) 9 décembre 2010 (2010-12-09) page 16, ligne 6 - page 21, ligne 19 -----	1-16
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 29 avril 2016		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 19/05/2016
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Wiedemann, Eric

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/058084

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2868607	A1	07-10-2005	EP 1733447 A1	20-12-2006
			FR 2868607 A1	07-10-2005
			WO 2005096424 A1	13-10-2005

EP 2263894	A1	22-12-2010	CN 102001271 A	06-04-2011
			EP 2263894 A1	22-12-2010
			EP 2437953 A1	11-04-2012
			FR 2946415 A1	10-12-2010
			FR 2946416 A1	10-12-2010
			JP 5599654 B2	01-10-2014
			JP 2010280377 A	16-12-2010
			WO 2010139796 A1	09-12-2010

WO 2010139582	A1	09-12-2010	EP 2437955 A1	11-04-2012
			FR 2946288 A1	10-12-2010
			WO 2010139582 A1	09-12-2010
