

12 BREVET D'INVENTION B1

54 VEHICULE AUTOMOBILE COMPRENANT UN SYSTEME THERMIQUE COMPRENANT DU DIOXYDE DE CARBONE COMME FLUIDE DE TRAVAIL, ET PROCEDE SUR LA BASE D'UN TEL VEHICULE.

22 Date de dépôt : 03.01.23.

30 Priorité :

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : PSA AUTOMOBILES SA Société
par actions simplifiée (SAS) — FR.

43 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 05.07.24 Bulletin 24/27.

45 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 15.11.24 Bulletin 24/46.

72 Inventeur(s) : FIGOLI DAVID et DIMITROVA
ZLATINA.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

73 Titulaire(s) : STELLANTIS AUTO SAS Société par
actions simplifiée.

Se reporter à la fin du présent fascicule

74 Mandataire(s) :



Description

Titre de l'invention : VEHICULE AUTOMOBILE COMPRENANT UN SYSTEME THERMIQUE COMPRENANT DU DIOXYDE DE CARBONE COMME FLUIDE DE TRAVAIL, ET PROCEDE SUR LA BASE D'UN TEL VEHICULE

- [0001] L'invention concerne un véhicule automobile à batterie de traction sous forme de pack batterie. L'invention concerne plus particulièrement des systèmes de stockage et de récupération d'énergie d'un tel pack batterie.
- [0002] Dans l'art antérieur, des systèmes de refroidissement ont été proposés avec un échangeur de chaleur sous forme de plaque de refroidissement. D'autres systèmes de refroidissement ont été proposés sous forme de refroidissement immersif avec un liquide diélectrique, généralement appliqué aux centres de données, serveurs et transformateurs.
- [0003] Malheureusement, les plaques de refroidissement utilisent de l'eau glycolée, sont encombrantes, lourdes, ont une efficacité thermique moyenne et impliquent un risque électrique en cas de perte d'étanchéité.
- [0004] Les systèmes de refroidissement immersifs utilisent un liquide diélectrique avec un risque de fuite. Ces systèmes montrent encore des possibilités d'optimisation d'efficacité du point de vue de l'énergie dissipée, de la masse du liquide, de la viscosité et du bruit de circulation.
- [0005] Un objectif de la présente invention est de remédier aux défauts de l'art antérieur, et notamment de proposer un système de refroidissement immersif ayant une meilleure efficacité, notamment pour ce qui concerne l'énergie dissipée, la masse du liquide, la viscosité et le bruit de circulation.
- [0006] Pour atteindre cet objectif, l'invention propose un véhicule automobile comprenant un pack batterie et un système thermique pour le pack batterie, le système thermique comprenant :
- une enceinte englobant le pack batterie, comprenant une entrée et une sortie ;
 - un circuit de refroidissement connecté à l'enceinte, comprenant du dioxyde de carbone en tant que fluide diélectrique, le circuit de refroidissement comprenant une turbine ; un premier échangeur de chaleur connecté à la turbine, et un compresseur connecté au premier échangeur de chaleur ; et
 - un circuit de chauffage comprenant un deuxième échangeur de chaleur couplé au premier échangeur de chaleur,
- caractérisé en ce qu'à l'entrée de l'enceinte, le dioxyde de carbone est en état gazeux ; et à la sortie de l'enceinte et en détente dans la turbine, le dioxyde de carbone

est en état supercritique.

- [0007] Avantageusement, le refroidissement thermique permet d'améliorer la fonction refroidissement, tout en supprimant la plaque de refroidissement. Il permet l'ajout d'une fonction d'isolation électrique par le dioxyde de carbone, d'avoir une résistance à l'emballlement thermique (car il n'y a pas de propagation de l'emballlement thermique entre une cellule et l'adjacente en cas de réchauffement rapide d'une cellule).
- [0008] En outre, l'invention permet d'augmenter l'efficacité du refroidissement du pack batterie, en simplifiant la conception du pack batterie par la suppression de la plaque de refroidissement, de sorte à baisser la masse et simplifier la construction du pack batterie.
- [0009] De plus, l'invention utilise la propriété de changement de phase du dioxyde de carbone entre son état de gaz et son état supercritique de sorte qu'il n'y a pas besoin d'un réservoir de stockage de dioxyde de carbone, car la boucle de refroidissement est commune, c'est-à-dire intégrée entre le circuit de refroidissement de la batterie et la boucle de refroidissement du système de climatisation du véhicule.
- [0010] Par ailleurs, l'invention propose une récupération d'énergie à partir du circuit de refroidissement, par la propriété du dioxyde de carbone en tant que fluide de travail. La turbine permet de faire expandre et refroidir le dioxyde de carbone à un premier stade. La turbine permet aussi de générer de l'électricité grâce à un générateur. Cette énergie va être stockée à nouveau dans le pack.
- [0011] Selon une variante, la turbine est couplée à un générateur électrique sur le même axe.
- [0012] Cela permet de réaliser une intégration énergétique entre la chaleur et l'électricité, afin d'augmenter le rendement du circuit de refroidissement.
- [0013] Selon une variante, le générateur électrique est connecté à la batterie de traction pour la recharger.
- [0014] Cela permet d'augmenter l'autonomie du véhicule électrique.
- [0015] Selon une variante, le circuit de chauffage comprend du dioxyde de carbone et chauffe un circuit de climatisation d'habitacle.
- [0016] Cela permet d'optimiser la consommation du système de climatisation de l'habitacle.
- [0017] Selon une variante, le véhicule automobile présente un repère comprenant un axe vertical en référence au véhicule en utilisation sur un support horizontal, et l'enceinte comprend une partie basse en référence à l'axe vertical, comprenant l'entrée où le dioxyde de carbone est à l'état gazeux ; et une partie haute en référence à l'axe vertical, comprenant la sortie où le dioxyde de carbone est à l'état supercritique.
- [0018] Cela permet d'utiliser la densité du dioxyde de carbone pour son changement d'état.
- [0019] L'invention porte également sur un procédé de gestion thermique pour un véhicule automobile selon l'invention, comprenant les étapes suivantes :
 - récupérer le dioxyde de carbone du pack batterie ;

- faire circuler le dioxyde de carbone en état supercritique vers une turbine, un premier échangeur de chaleur, puis un compresseur ;
- récupérer l'énergie du premier échangeur de chaleur au moyen d'un deuxième échangeur de chaleur.

[0020] Selon une variante, le procédé de gestion thermique comprend en outre les étapes suivantes :

- produire de l'électricité sur la base des rotations de la turbine ; et
- charger le pack batterie au moyen de l'électricité produite.

[0021] Selon une variante, le procédé de gestion thermique comprend en outre l'étape suivante : chauffer un circuit de climatisation comprenant le deuxième échangeur de chaleur.

[0022] L'invention sera davantage détaillée par la description de modes de réalisation non limitatifs, et sur la base de la [Fig.1] annexée illustrant un mode de réalisation préféré de l'invention.

[0023] L'invention propose un système énergétique intégré basé sur :

- un fluide diélectrique : du dioxyde de carbone (CO_2) pouvant être en état gazeux / liquide / supercritique ; une réutilisation du dioxyde de carbone capté par ailleurs, et un maintien des fonctions de refroidissement thermique et d'isolation électrique ; ainsi qu'une amélioration des propriétés de masse, viscosité, remplissage du fluide de travail ; et
- une récupération d'énergie à partir du circuit de refroidissement (le dioxyde de carbone étant utilisé comme un fluide de travail) ; une turbine T permet de faire expandre et refroidir le dioxyde de carbone à un premier stade ; la turbine T permet aussi de générer de l'électricité grâce à un générateur G ; cette énergie électrique récupérée va être stockée à nouveau dans le pack batterie B.

[0024] Le pack batterie B est immergé dans du dioxyde de carbone. Il y comprend deux parties :

- la partie haute qui est chaude, et où le dioxyde de carbone est en forme supercritique avec une pression P2 et une température T2 ; et
- la partie basse est plus froide, et où le dioxyde de carbone se trouve sous forme gazeuse, à pression P1 et à température T1.

[0025] Le dioxyde de carbone passe à travers le pack batterie B et avec un flux du bas vers le haut, poussé par un compresseur C. Le dioxyde de carbone est en même temps un isolant électrique et il sécurise les connections électriques et les protège des courts-circuits électriques.

[0026] Le dioxyde de carbone sort de l'enceinte E du pack batterie B par un orifice toujours en état supercritique et à une pression P2 et une température T2.

[0027] Le dioxyde de carbone passe par la turbine T et la fait tourner. Il se détend à une

pression P3 et une température T3, qui sont inférieures à P2 et T2.

- [0028] Lors de la détente de dioxyde de carbone dans la turbine T, elle produit de l'électricité. L'électricité est par la suite renvoyée dans la batterie B pour la charger. On fait ainsi une intégration énergétique pour diminuer les pertes par la chaleur.
- [0029] Le dioxyde de carbone suit son parcours dans le circuit et passe par un échangeur E1 et ressort à une pression P3 et une température T4. Par la suite, le gaz rentre dans le compresseur C avec une pression P3 et une température T4. Le gaz est comprimé dans le compresseur C à une pression P4 et une température T4, qui sont égales à la pression P1 et à la température T1. Dans la variante préférée, la température T1 est comprise entre 20 et 100°C ; et la pression P1 est comprise entre 50 et 80 bars.
- [0030] Une seconde boucle de refroidissement utilise autre échangeur de chaleur E2 bidirectionnel où le dioxyde de carbone échange de la chaleur et réchauffe le dioxyde de carbone dans un circuit additionnel, qui peut être pour un système de climatisation. Le froid est pris par l'extérieur, à travers du radiateur de la climatisation.
- [0031] L'invention permet d'augmenter l'efficacité du refroidissement du pack batterie B, nous pouvons ainsi simplifier la conception du pack batterie B par la suppression de la plaque de refroidissement inférieure de l'art antérieur, qui échange de la chaleur et sert à refroidir le bas du pack batterie B. La suppression de cette plaque de refroidissement permet de baisser la masse et de simplifier la construction du pack batterie B.
- [0032] Ce principe de l'invention peut être appliqué :
- à chaque module, dans une configuration standard pack avec modules ; ou
 - au pack batterie en entier, dans une configuration sans modules (ou « cells to pack » en langue anglaise).

Revendications

- [Revendication 1] Véhicule automobile comprenant un pack batterie (B) et un système thermique pour le pack batterie (B), le système thermique comprenant :
- une enceinte (E) englobant le pack batterie (B), comprenant une entrée et une sortie ;
 - un circuit de refroidissement connecté à l'enceinte (E), comprenant du dioxyde de carbone en tant que fluide diélectrique, le circuit de refroidissement comprenant une turbine (T) ; un premier échangeur de chaleur (E1) connecté à la turbine (T), et un compresseur (C) connecté au premier échangeur de chaleur (E1) ; et
 - un circuit de chauffage comprenant un deuxième échangeur de chaleur (E2) couplé au premier échangeur de chaleur (E1),
- caractérisé en ce qu'à l'entrée de l'enceinte (E), le dioxyde de carbone est en état gazeux ; et à la sortie de l'enceinte (E) et en détente dans la turbine (T), le dioxyde de carbone est en état supercritique.
- [Revendication 2] Véhicule automobile selon la revendication 1, caractérisé en ce que la turbine (T) est couplée à un générateur électrique (G) sur le même axe.
- [Revendication 3] Véhicule automobile selon la revendication 2, caractérisé en ce que le générateur électrique (G) est connecté à la batterie de traction (B) pour la recharger.
- [Revendication 4] Véhicule automobile selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le circuit de chauffage comprend du dioxyde de carbone et chauffe un circuit de climatisation d'habitacle.
- [Revendication 5] Véhicule automobile selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, présentant un repère comprenant un axe vertical (Z) en référence au véhicule en utilisation sur un support horizontal, caractérisé en ce que l'enceinte (E) comprend une partie basse en référence à l'axe vertical, comprenant l'entrée où le dioxyde de carbone est à l'état gazeux ; et une partie haute en référence à l'axe vertical (Z), comprenant la sortie où le dioxyde de carbone est à l'état supercritique.
- [Revendication 6] Procédé de gestion thermique pour un véhicule automobile selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant les étapes suivantes :
- récupérer le dioxyde de carbone du pack batterie (B) ;
 - faire circuler le dioxyde de carbone en état supercritique vers une turbine (T), un premier échangeur de chaleur (E1), puis un compresseur (C) ;
 - récupérer l'énergie du premier échangeur de chaleur (E1) au moyen

d'un deuxième échangeur de chaleur (E2).

[Revendication 7]

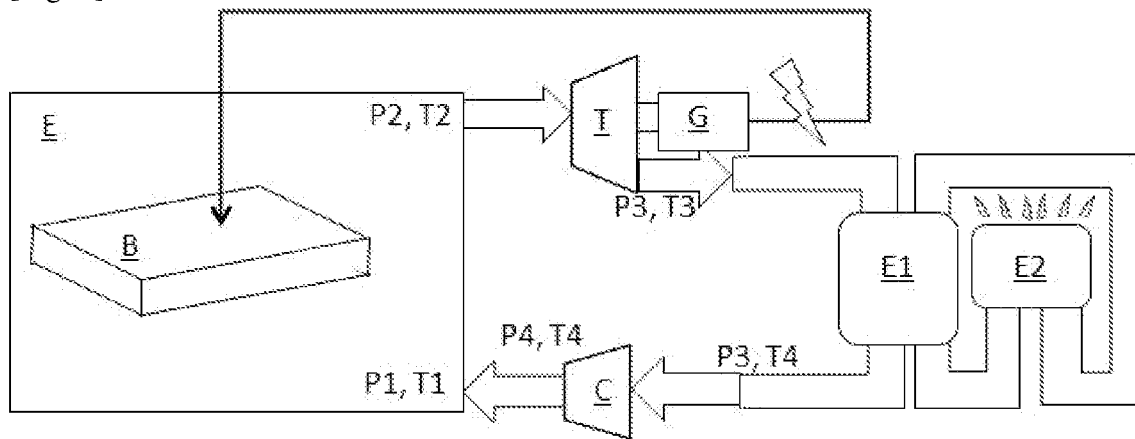
Procédé de gestion thermique selon la revendication 6, comprenant en outre les étapes suivantes :

- produire de l'électricité sur la base des rotations de la turbine (T) ; et
- charger le pack batterie (B) au moyen de l'électricité produite.

[Revendication 8]

Procédé de gestion thermique selon l'une quelconque des revendications 6 à 7, comprenant en outre l'étape suivante : chauffer un circuit de climatisation comprenant le deuxième échangeur de chaleur (E2).

[Fig. 1]



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

NEANT

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

DE 10 2010 033188 A1 (REHAU AG & CO [DE])
9 février 2012 (2012-02-09)

US 2020/229322 A1 (BOSTICK GLEN L [US])
16 juillet 2020 (2020-07-16)

CN 109 935 942 A (XIAN THERMAL POWER RES
INST CO) 25 juin 2019 (2019-06-25)

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

NEANT