

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 03.09.19.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 05.03.21 Bulletin 21/09.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : ALSTOM Transport Technologies
Société par actions simplifiée à associé unique — FR.

72 Inventeur(s) : QUENTIN Nicolas et AUDEMAR Chris-
tophe.

73 Titulaire(s) : ALSTOM Transport Technologies
Société par actions simplifiée à associé unique.

74 Mandataire(s) : Lavoix.

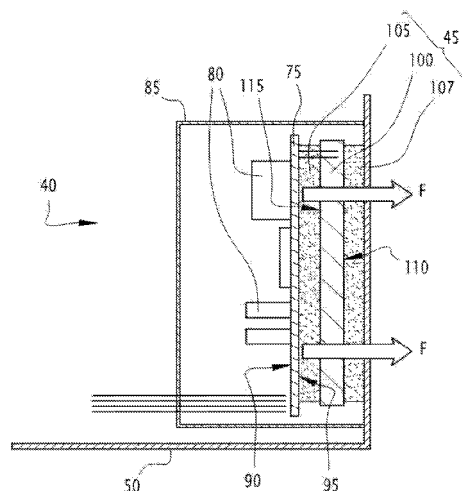
54 Dispositif de commutation électrique et véhicule comprenant un tel dispositif.

57 Dispositif de commutation électrique
et véhicule comprenant un tel dispositif

L'invention a pour objet un dispositif de commutation
électrique, notamment pour un véhicule ferroviaire, compor-
tant un premier contact électrique, un deuxième contact
électrique mobile par rapport au premier contact, un action-
neur et un module de contrôle (40) propre à commander un
déplacement du deuxième contact par l'actionneur entre
une première position dans laquelle les premier et deuxième
contacts sont électriquement connectés l'un à l'autre et une
deuxième position dans laquelle les premier et deuxième
contacts sont électriquement déconnectés l'un de l'autre.

Le dispositif de commutation comprend, en outre, un
module thermoélectrique (45) et un dissipateur thermique
(50), le module thermoélectrique (45) étant interposé entre
le dissipateur thermique (50) et le module de contrôle (40)
et étant configuré pour générer un flux thermique (F), de
préférence par effet Peltier, depuis le module de contrôle
(40) jusqu'au dissipateur thermique (50).

Figure pour l'abrégé: Figure 2



Description

Titre de l'invention : Dispositif de commutation électrique et véhicule comprenant un tel dispositif

- [0001] La présente invention concerne un dispositif de commutation électrique, ainsi qu'un véhicule comprenant un tel dispositif de commutation électrique.
- [0002] Des dispositifs de commutation électrique fréquemment utilisés comportent deux contacts électriques mobiles l'un par rapport à l'autre ainsi qu'un actionneur configuré pour déplacer l'un ou l'autre des deux contacts électriques pour ouvrir ou fermer un circuit électrique comportant ces deux contacts. L'actionneur est en général commandé par un module de contrôle qui détermine la pertinence d'ouvrir ou de fermer ce circuit, par exemple sur une commande d'un utilisateur ou encore suite à la survenue d'un défaut électrique détecté par le module de contrôle ou par un module séparé.
- [0003] Les modules de contrôle et les actionneurs sont susceptibles, lors de leur fonctionnement, de générer de la chaleur. En outre, le fonctionnement des composants électroniques qui les composent est affecté par la température ambiante, de sorte que de nombreux dispositifs de commutation électrique sont refroidis, par exemple via des ouvertures prévues dans le boîtier entourant le dispositif de commutation électrique, ou encore par le choix d'un positionnement du dispositif dans un emplacement naturellement traversé par des courants d'air. Par exemple, dans des véhicules, les flux d'air générés lors du déplacement du véhicule permettent d'évacuer une partie de la chaleur. Dans certains cas, les dispositifs de commutation sont positionnés dans des compartiments climatisés, par exemple des compartiments accueillant des voyageurs.
- [0004] Cependant, ces modes de refroidissement connus imposent des contraintes sur le positionnement ou l'isolation, notamment électrique, des dispositifs de commutation. Par exemple, il faut prévoir des conduits dirigeant l'air de refroidissement sur des portions à refroidir du dispositif de commutation. En outre, les modes de refroidissement connus ne suffisent pas toujours, notamment lorsque le flux d'air extérieur généré lors du déplacement du véhicule est à une température élevée, par exemple dans des pays chauds ou en été.
- [0005] Il existe donc un besoin pour un dispositif de commutation électrique qui soit plus adaptable, notamment en termes de positionnement dans un véhicule, que les dispositifs de commutation de l'état de la technique, tout en présentant de bonnes performances.
- [0006] A cet effet, il est proposé un dispositif de commutation électrique, notamment pour un véhicule ferroviaire, comportant un premier contact électrique, un deuxième contact électrique mobile par rapport au premier contact, un actionneur et un module de

contrôle propre à commander un déplacement du deuxième contact par l'actionneur entre une première position dans laquelle les premier et deuxième contacts sont électriquement connectés l'un à l'autre et une deuxième position dans laquelle les premier et deuxième contacts sont électriquement déconnectés l'un de l'autre, le dispositif de commutation comprenant, en outre, un module thermoélectrique et un dissipateur thermique, le module thermoélectrique étant interposé entre le dissipateur thermique et le module de contrôle et étant configuré pour générer un flux thermique, de préférence par effet Peltier, depuis le module de contrôle jusqu'au dissipateur thermique.

- [0007] Selon des modes de réalisation particuliers, le dispositif de commutation électrique présente une ou plusieurs des caractéristiques suivantes prise(s) isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :
- [0008] - le dissipateur thermique forme un boîtier délimitant un volume intérieur, l'actionneur, le module de contrôle et le module thermoélectrique étant reçus dans le volume intérieur ;
- [0009] - le module de contrôle et le module thermoélectrique sont montés sur une paroi interne du boîtier ;
- [0010] - le module de contrôle comprend une carte de circuit imprimé, le module thermoélectrique étant en appui conjointement contre la carte de circuit imprimé et contre le dissipateur thermique ;
- [0011] - la carte de circuit imprimé présente une première face et une deuxième face, la première face portant un ensemble de composants électroniques, la deuxième face portant un ensemble de pistes conductrices reliant les composants électroniques entre eux, le module thermoélectrique étant en contact avec la deuxième face ;
- [0012] - le module thermoélectrique comprend un élément thermoélectrique présentant une face chaude et une face froide, l'élément thermoélectrique étant configuré pour générer le flux thermique depuis la face froide vers la face chaude, le module thermoélectrique comprenant, en outre, une première plaquette thermique et une deuxième plaquette thermique, la première plaquette thermique étant serrée entre le module de contrôle et l'élément thermoélectrique, la deuxième plaquette thermique étant serrée entre le dissipateur thermique et l'élément thermoélectrique ;
- [0013] - la deuxième plaquette thermique est réalisée en graphite.
- [0014] Il est également proposé un véhicule ferroviaire comprenant un dispositif de commutation électrique tel que précédemment défini.
- [0015] Selon des modes de réalisation particuliers, le véhicule présente une ou plusieurs des caractéristiques suivantes prise(s) isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :
- [0016] - le dispositif de commutation électrique est un disjoncteur à haute tension ;
- [0017] - le dispositif de commutation électrique est fixé à un toit du véhicule ferroviaire, le

dispositif de commutation électrique s'étendant notamment à travers une ouverture ménagée dans ledit toit.

[0018] Des caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

[0019] [fig.1] la figure 1 est une représentation schématique d'un dispositif de commutation électrique selon l'invention, comportant un module de commande, un module thermoélectrique et un dissipateur thermique, et

[0020] [fig.2] la figure 2 est une représentation schématique du module de commande, du module thermoélectrique et du dissipateur thermique de la figure 1.

[0021] Un exemple de dispositif de commutation électrique 10 est représenté sur la figure 1.

[0022] Le dispositif de commutation 10 est, notamment, intégré dans un véhicule 15 représenté partiellement sur la figure 1. Par exemple, le dispositif de commutation 10 est fixé à un toit 20 du véhicule 15. Toutefois, des modes de réalisation dans lesquels le dispositif de commutation 10 est disposé à l'intérieur du véhicule 15, par exemple dans un compartiment passager, ou encore sous un plancher du véhicule 15 sont également envisageables.

[0023] Selon une variante, le dispositif de commutation 10 est intégré dans une installation fixe telle qu'un bâtiment.

[0024] Le véhicule 15 est, par exemple, un véhicule ferroviaire. En variante, le véhicule 15 est un véhicule automobile, ou encore un navire ou un aéronef.

[0025] Le dispositif de commutation 10 comporte un premier contact électrique 25, un deuxième contact électrique 30, un actionneur 35, un module de contrôle 40, un module thermoélectrique 45 et un dissipateur thermique 50.

[0026] Le dispositif de commutation 10 est configuré pour commuter entre une première configuration dans laquelle le premier contact électrique 25 est électriquement connecté au deuxième contact électrique 30 et une deuxième configuration dans laquelle le premier contact électrique 25 est électriquement isolé du deuxième contact électrique 30.

[0027] Le dispositif de commutation 10 est, par exemple, fixé au toit 20. Selon un mode de réalisation, le dispositif de commutation 10 s'étend à travers une ouverture du toit 20.

[0028] Le dispositif de commutation 10 est, par exemple, un disjoncteur à haute tension propre à assurer, dans la deuxième configuration, une isolation entre les contacts électriques 25 et 30 lorsqu'une tension électrique entre les deux contacts électriques 25 et 30 est supérieure ou égale à 5 kilovolts (kV).

[0029] En particulier, les contacts électriques 25 et 30 forment un interrupteur à vide interposé entre une caténaire ou un pantographe et un système électrique, notamment un transformateur de puissance, du véhicule 15. Dans ce cas, le dispositif de com-

mutation 10 comprend, en outre, une plaque 52 et une enceinte 54.

[0030] La plaque 52 est par exemple une plaque métallique, notamment en aluminium. La plaque 52 obture au moins partiellement l'ouverture du toit 20 à travers laquelle le dispositif de commutation 10 s'étend. La plaque 52 est, par exemple, supportée par le toit 20, notamment fixée à une face supérieure du toit 20.

[0031] La plaque 52 délimite, notamment dans un plan horizontal, un passage 55 à travers lequel l'actionneur 35 s'étend.

[0032] L'enceinte 54 s'étend à partir de la plaque 52, notamment selon une direction verticale du véhicule 15. L'enceinte 54 est propre à isoler électriquement l'actionneur 35 et les contacts 25, 30 de l'extérieur. L'enceinte 54 est, par exemple, cylindrique, ou encore parallélépipédique.

[0033] L'enceinte 54 est réalisée en un matériau électriquement isolant. L'enceinte 54 comporte, par exemple, une ampoule à vide 60 à l'intérieur de laquelle les premier et deuxième contacts électriques 25, 30 sont accueillis. De manière connue en soi, une ampoule à vide permet de commuter des courants électriques sous des tensions élevées tout en conservant une distance faible entre les contacts 25 et 30, le vide jouant alors le rôle d'isolant électrique.

[0034] Le dispositif de commutation 10 est, par exemple, configuré pour réaliser la protection électrique d'un circuit électrique comprenant les contacts 25 et 30, et notamment pour basculer de la première configuration à la deuxième configuration en cas de détection du défaut électrique. Le défaut électrique est, par exemple, un court-circuit, un amorçage, une surtension ou un surcourant.

[0035] En variante, le dispositif de commutation 10 est un disjoncteur à basse tension, un contacteur, ou encore un interrupteur d'un type quelconque.

[0036] Chacun du premier contact 25 et du deuxième contact 30 est accueilli dans l'enceinte 54.

[0037] Le premier contact 25 est, par exemple, un contact fixe par rapport au toit 20. Par exemple, le premier contact 25 est fixé à l'enceinte 54.

[0038] Le deuxième contact 30 est un contact mobile entre une première position dans laquelle le deuxième contact 30 est en appui contre le premier contact 25 et une deuxième position dans laquelle le deuxième contact 30 est distant du premier contact 25. Lorsque le deuxième contact 30 est dans la première position, le dispositif de commutation 10 est dans la première configuration, le dispositif de commutation 10 étant dans la deuxième configuration lorsque le deuxième contact 30 est dans la deuxième position.

[0039] Le deuxième contact 30 est, par exemple, mobile en translation selon une direction verticale du véhicule 15 entre ses première et deuxième positions.

[0040] L'actionneur 35 est configuré pour déplacer le deuxième contact électrique 30 entre

ses première et deuxième positions.

- [0041] L'actionneur 35 comprend, par exemple, un organe d'actionnement 65 et un organe d'entraînement 70.
- [0042] L'organe d'actionnement 65 est relié au deuxième contact 30 par l'organe d'entraînement 70, qui est par exemple une tige réalisée en un matériau électriquement isolant, tel qu'un stratifié à base de fibre de verre.
- [0043] L'organe d'actionnement 65 est configuré pour exercer sur l'organe d'entraînement 70 une première force entraînant un déplacement conjoint de l'organe d'entraînement 70 et du deuxième contact 30, de manière à déplacer le deuxième contact 30 entre les première et deuxième positions.
- [0044] L'organe d'actionnement 65 comporte, par exemple, un électro-aimant. Cependant, d'autres types d'organes d'actionnement 65 sont envisageables.
- [0045] Selon un mode de réalisation, l'actionneur 35 comporte, en outre, un organe de rappel tel qu'un ressort, propre à exercer sur l'organe d'entraînement 70 une deuxième force tendant à déplacer le deuxième contact 30 vers sa deuxième position. Dans ce cas, la première force tend à déplacer le deuxième contact 30 vers la première position, le deuxième contact 30 étant alors ramené vers la deuxième position par l'organe de rappel lorsque l'organe d'actionnement 65 n'exerce pas première force.
- [0046] En variante, l'organe d'actionnement 65 est propre à exercer une première force tendant à déplacer le deuxième contact 30 vers la première position, ainsi qu'une deuxième force tendant à déplacer le deuxième contact 30 vers sa deuxième position.
- [0047] Le module de contrôle 40 est configuré pour commander la commutation du dispositif de commutation 10 entre les première et deuxième configurations. En particulier, le module de contrôle 40 est configuré pour commander un déplacement du deuxième contact 30 depuis la première position vers la deuxième position ou vice-versa.
- [0048] Par exemple, le module de contrôle 40 est configuré pour générer une première commande de commutation et pour transmettre la première commande à l'actionneur 35. Le module de contrôle 40 est, en outre, configuré pour générer une deuxième commande de commutation et pour transmettre la deuxième commande à l'actionneur 35.
- [0049] La première commande est une commande de commutation de la première configuration à la deuxième configuration. La deuxième commande est une commande de commutation de la deuxième configuration à la première configuration.
- [0050] Le module de contrôle 40 est, par exemple, configuré pour détecter le défaut électrique et pour générer la première commande en cas de détection du défaut électrique. En variante, le module de contrôle 40 est configuré pour générer la première commande suite à la réception d'une instruction d'un opérateur, par exemple

d'une instruction d'un conducteur du véhicule 15. En variante, le module de contrôle 40 est configuré pour générer la première commande suite à la réception d'une instruction d'un système train tel qu'un système de détection de défaut à bord du train.

[0051] Le module de contrôle 40 est, par exemple, configuré pour générer la deuxième commande suite à la réception d'une instruction d'un opérateur.

[0052] En variante ou en complément, le module de contrôle 40 est configuré pour transmettre à un équipement distant, par exemple un module de surveillance du véhicule 15, une information sur un état du dispositif de commutation 10. Par exemple, le module de contrôle 40 est configuré pour transmettre un message comprenant un indicateur présentant une première valeur lorsque le dispositif de commutation 10 est dans la première configuration et présentant une deuxième valeur différente de la première valeur lorsque le dispositif de commutation 10 est dans la deuxième configuration.

[0053] Selon une autre variante, le module de contrôle 40 est configuré pour mesurer des valeurs d'un paramètre du dispositif de commutation 10 et pour transmettre les valeurs mesurées à un équipement distant tel qu'un module de surveillance du véhicule 15. Le paramètre est, par exemple, un paramètre électrique tel qu'une tension électrique entre les contacts 25 et 30, le courant transitant dans l'actionneur, une intensité d'un courant électrique circulant entre les deux contacts 25 et 30, ou encore un paramètre thermodynamique tel qu'une température du dispositif de commutation 10 ou un taux d'humidité dans l'air.

[0054] Le module de contrôle 40 comporte, par exemple, au moins une carte de circuit imprimé 75, un ensemble de composants électroniques 80 et un coffret 85.

[0055] Une unique carte de circuit imprimé 75 est présente dans le mode de réalisation visible sur la figure 2, toutefois des modes de réalisation dans lesquels plusieurs cartes de circuit imprimé 75 sont présentes sont également envisageables.

[0056] Chaque carte de circuit imprimé 75 est configurée pour supporter au moins une partie des composants électroniques 80. Par exemple, la carte de circuit imprimé 75 présente une première face 90 et une deuxième face 95, les composants électroniques 80 étant portés par la première face 90.

[0057] Chacune de la première face 90 et de la deuxième face 95 est, par exemple, plane.

[0058] La deuxième face 95 est en regard du dissipateur thermique 50.

[0059] Chaque carte de circuit imprimé 75 est réalisée en un matériau électriquement isolant, notamment en une matière plastique.

[0060] Selon un mode de réalisation, la deuxième face 95 porte au moins une piste réalisée en un matériau électriquement conducteur tel que l'or ou le cuivre. Par exemple, la deuxième face 95 porte un ensemble de telles pistes.

[0061] Chaque piste relie entre eux au moins deux composants électroniques 80. Par

exemple, chaque piste est électriquement connectée aux composants électroniques 80 à travers un via reliant la première face 90 à la deuxième face 95 à travers la carte de circuit imprimé 75.

- [0062] Il est à noter que des modes de réalisation dans lesquels au moins une piste est portée par la première face 90 sont également envisageables.
- [0063] L'ensemble de composants 80 est configuré pour former, lorsqu'ils sont reliés entre eux par les pistes, un module de génération de la première commande, un module de génération de la deuxième commande et, optionnellement, un module de mesure de valeurs de chaque paramètre et/ou un module d'émission d'un message contenant au moins une valeur mesurée et/ou au moins un indicateur d'une configuration du dispositif de commutation 10.
- [0064] Par exemple, l'ensemble de composants 80 comprend un processeur et une mémoire comprenant un ensemble d'instructions logicielles. Lorsqu'elles sont exécutées sur le processeur, les instructions logicielles forment notamment le module de génération de la première commande, le module de génération de la deuxième commande, le module de mesure de valeurs de chaque paramètre et/ou le module d'émission d'un message.
- [0065] En variante ou en complément, l'ensemble de composants 80 comporte un circuit logique programmable, connu sous le sigle FPGA (de l'anglais « field-programmable gate array », qui signifie « réseau de portes programmables in situ »). En particulier, le FPGA est configuré pour former le module de génération de la première commande, le module de génération de la deuxième commande, le module de mesure de valeurs de chaque paramètre et/ou le module d'émission d'un message.
- [0066] Selon une autre variante, l'ensemble de composants 80 comprend un ensemble de composants analogiques formant le module de génération de la première commande, le module de génération de la deuxième commande, le module de mesure de valeurs de chaque paramètre et/ou le module d'émission d'un message.
- [0067] Le coffret 85 est configuré pour isoler chaque carte de circuit imprimé 75 et l'ensemble de composants 80 de l'actionneur 35. En particulier, le coffret 85 délimite au moins partiellement une chambre accueillant chaque carte de circuit imprimé 75 et l'ensemble de composants 80.
- [0068] Le coffret 85 est, par exemple, fixé au dissipateur thermique 50. Selon le mode de réalisation représenté sur la figure 2, le coffret 85 coopère avec le dissipateur thermique 50 pour former la chambre. Par exemple, le coffret 85 délimite un renfoncement qui est fermé par le dissipateur thermique 50 pour former la chambre. Il est à noter que des modes de réalisation dans lesquels la chambre est entièrement délimitée par le coffret 85, notamment dans lesquels une paroi du coffret 85 est interposée entre chaque carte de circuit imprimé 75 et le dissipateur thermique 85, sont également envisagés.

- [0069] Le module thermoélectrique 45 est interposé entre le module de contrôle 40 et le dissipateur thermique 50. En particulier, le module thermoélectrique 45 est en contact avec le module de contrôle 40 et avec le dissipateur thermique 50.
- [0070] En particulier, le module thermoélectrique 45 est interposé entre chaque carte de circuit imprimé 75 et le dissipateur thermique 50, notamment en appui contre la carte de circuit imprimé 45 et contre le dissipateur thermique 50. Par exemple, le module thermoélectrique 45 est en contact avec la deuxième face 95 de chaque carte de circuit imprimé 75.
- [0071] Selon l'exemple représenté sur la figure 2, le module thermoélectrique 45 est accueilli dans le boîtier 85.
- [0072] Le module thermoélectrique 45 est configuré pour générer un flux thermique F depuis le module de contrôle 40 jusqu'au dissipateur thermique 50. En particulier, le module thermoélectrique 45 est configuré pour transférer de la chaleur du module de contrôle 40 jusqu'au dissipateur thermique 50. En d'autres termes, le module thermoélectrique 45 est configuré pour refroidir le module de contrôle 40 et pour réchauffer en conséquence le dissipateur thermique 50.
- [0073] Le module thermoélectrique 45 est configuré pour générer le flux thermique par effet thermoélectrique. Le module thermoélectrique 45 est, notamment, configuré pour générer le flux thermique par effet Peltier.
- [0074] L'effet Peltier consiste notamment en le refroidissement d'une jonction entre les extrémités de deux électrodes semi-conductrices présentant chacune un dopage d'un type différent du type de dopage de l'autre électrode, refroidissement qui s'accompagne d'un réchauffement des autres extrémités des électrodes, lorsqu'un courant électrique traverse la jonction.
- [0075] Le module thermoélectrique 45 comporte, par exemple, un élément thermoélectrique 100, une première plaquette thermique 105 et une deuxième plaquette thermique 110.
- [0076] L'élément thermoélectrique 100 présente une face chaude 110 et une face froide 115.
- [0077] L'élément thermoélectrique 100 est configuré pour générer le flux thermique F. En particulier, l'élément thermoélectrique 100 est configuré pour générer le flux thermique F depuis la face froide 115 vers la face chaude 110.
- [0078] L'élément thermoélectrique 100 est configuré pour générer le flux thermique F par effet Peltier.
- [0079] L'élément thermoélectrique 100 comporte, par exemple, une enveloppe et un ensemble d'électrodes montées en série de manière connue en soi.
- [0080] Chaque électrode est accueillie dans l'enveloppe.
- [0081] La face chaude 110 et la face froide 115 sont des faces externes de l'enveloppe. La face chaude 110 et la face froide 115 sont, par exemple, parallèles l'une à l'autre. La face froide 115 est disposée en regard du module de contrôle 40, notamment en regard

de la deuxième face 95 de chaque carte de circuit imprimé 75.

- [0082] Par exemple, la face chaude 110 est une face d'une première portion de l'enveloppe, la face froide étant une face d'une deuxième portion de l'enveloppe.
- [0083] L'enveloppe est réalisée en un matériau thermiquement conducteur tel qu'un matériau métallique.
- [0084] Chaque électrode est réalisée en un matériau semi-conducteur.
- [0085] Chaque électrode est, par exemple, réalisée en un unique matériau semi-conducteur.
- [0086] Selon un mode de réalisation, au moins une électrode comporte une pluralité de portions, chaque portion étant réalisée en un matériau semi-conducteur différent des autres portions de l'électrode considérée.
- [0087] Chaque électrode présente un dopage. Le dopage est défini comme étant la présence, dans un matériau, d'impuretés apportant des porteurs de charge libres. Les impuretés sont, par exemple, des atomes d'un élément qui n'est pas présent naturellement dans le matériau.
- [0088] Lorsque la présence des impuretés augmente la densité volumique de trous présents dans le matériau par rapport au matériau non dopé, le dopage est de type p.
- [0089] Lorsque la présence des impuretés augmente la densité volumique d'électrons libres présents dans le matériau par rapport au matériau non dopé, le dopage est de type n.
- [0090] Chaque électrode présente une extrémité chaude et une extrémité froide.
- [0091] Les électrodes sont reliées en série les unes aux autres.
- [0092] L'élément thermoélectrique 100 comporte une alimentation propre à générer un courant électrique traversant successivement toutes les électrodes.
- [0093] Avantageusement, le module de contrôle 40 est propre à alimenter en énergie électrique le module thermoélectrique 45. Un câble d'alimentation électrique s'étend par exemple entre les modules 40 et 45.
- [0094] Les électrodes définissent un ensemble de jonctions. Chaque jonction est formée par les extrémités chaudes ou par les extrémités froides de deux électrodes successives, ces extrémités chaudes ou extrémités froides étant électriquement connectée l'une à l'autre. Ainsi, le courant traversant l'ensemble d'électrodes circule de l'extrémité chaude d'une électrode parmi les deux électrodes formant la jonction à l'extrémité chaude de l'autre électrode formant la jonction, ou de l'extrémité froide d'une électrode à l'extrémité froide de l'autre électrode.
- [0095] L'élément thermoélectrique 100 est configuré pour que le passage du courant génère un réchauffement de l'extrémité chaude de chaque électrode et un refroidissement de l'extrémité froide de chaque électrode.
- [0096] En particulier, les électrodes sont telles que deux électrodes successives présentent des types de dopages différents, chaque type dopage étant choisi parmi le dopage de type n et le dopage de type p.

- [0097] Les électrodes sont disposées de telle manière que l'extrémité chaude de chaque électrode soit en contact avec la première portion de l'enveloppe, l'extrémité froide étant en contact avec la deuxième portion de l'enveloppe. Ainsi, lorsque le courant électrique traverse chaque électrode, la face froide 115 est refroidie par les extrémités froides des électrodes et la face chaude 110 est réchauffée par les extrémités chaudes des électrodes, générant ainsi le flux thermique F.
- [0098] La première plaquette thermique 105 est interposée, notamment serrée, entre l'élément thermoélectrique 100 et le module de contrôle 40. Par exemple, la première plaquette thermique 105 est en contact avec, notamment serrée entre, la deuxième face 95 et la face froide 115.
- [0099] La première plaquette thermique 105 est configurée pour assurer un bon contact thermique entre la face froide 115 et le module de contrôle 40. En particulier, la première plaquette thermique 105 est configurée pour permettre la propagation du flux thermique F du module de contrôle 40 jusqu'à la face froide 115, notamment pour augmenter une intensité du flux thermique F par rapport à un cas où la face froide 115 serait en contact avec le module de contrôle 40.
- [0100] Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 2, la première plaquette thermique 105 est configurée pour assurer un bon contact thermique entre la face froide 115 et la deuxième face 95. En particulier, la première plaquette thermique 105 est configurée pour permettre la propagation du flux thermique F depuis la deuxième face 95 jusqu'à la face froide 115, notamment pour augmenter une intensité du flux thermique F par rapport à un cas où la face froide 115 serait en contact avec la deuxième face 95.
- [0101] La première plaquette thermique 105 est, notamment, configurée pour se déformer lorsqu'elle est serrée entre le module de contrôle 40 et la face froide 115, de manière à remplir des irrégularités qui pourraient être présentes sur la face froide 115 et/ou sur la surface, notamment la deuxième face 95, du module de contrôle 40.
- [0102] La deuxième plaquette thermique 107 est interposée, notamment serrée, entre l'élément thermoélectrique 100 et le dissipateur thermique 40. Par exemple, la deuxième plaquette thermique 107 est en contact avec, notamment serrée entre, le dissipateur thermique 50 et la face chaude 110.
- [0103] La deuxième plaquette thermique 107 est configurée pour assurer un bon contact thermique entre la face chaude 110 et le dissipateur thermique 50. En particulier, la deuxième plaquette thermique 107 est configurée pour permettre la propagation du flux thermique F de la face chaude 110 jusqu'au dissipateur thermique 50, notamment pour augmenter une intensité du flux thermique F par rapport à un cas où la face chaude 110 serait en contact avec le dissipateur thermique 50.
- [0104] La première plaquette thermique 105 est, notamment, configurée pour se déformer

lorsqu'elle est serrée entre dissipateur thermique 50 et la face chaude 110, de manière à remplir des irrégularités qui pourraient être présentes sur la face chaude 110 et/ou sur la surface du dissipateur thermique 40.

- [0105] La deuxième plaquette thermique 107 est, par exemple, réalisée en carbone, notamment en graphite. Par exemple, la deuxième plaquette thermique 107 comporte un ensemble de couches de graphène superposées selon une direction perpendiculaire à la face chaude 110. La deuxième plaquette thermique 107 présente, par exemple, une épaisseur de l'ordre de 200 microns, par exemple comprise entre 180 microns et 220 microns, avant d'être serrée entre l'élément thermoélectrique 100 et le dissipateur thermique 40.
- [0106] Le dissipateur thermique 50 est réalisé au moins partiellement en un matériau métallique, par exemple en aluminium.
- [0107] Le dissipateur thermique 50 forme, par exemple, un boîtier délimitant un volume intérieur Vi. Le module de contrôle 40, le module thermoélectrique 45 et l'actionneur 35 sont au moins partiellement accueillis dans le volume intérieur Vi. Le boîtier est configuré pour empêcher un opérateur d'accéder à l'actionneur 35 et/ou au module de contrôle 40 depuis l'extérieur du boîtier.
- [0108] Le volume intérieur Vi est, par exemple, délimité par le dissipateur thermique 50 et par la plaque 52. En particulier, le volume intérieur Vi est délimité par la plaque 52 selon la direction verticale.
- [0109] Le dissipateur thermique 50 est, par exemple, suspendu au toit 20. En particulier, le dissipateur thermique 50 est fixé à la plaque 52, qui est elle-même fixée au toit 20. Le dissipateur thermique 50 est, notamment, en appui contre une face inférieure de la plaque 52.
- [0110] Le dissipateur thermique 50 est par exemple interposé entre le toit 20 ou la plaque 52 et un plafond 120 du véhicule 15, par exemple un plafond d'un compartiment voyageur du véhicule 15.
- [0111] Le module thermoélectrique 45 et le module de contrôle 40 sont, par exemple, montés sur une paroi interne du dissipateur thermique 50. En d'autres termes, le module thermoélectrique 45 et le module de contrôle 40 sont fixés, dans le volume intérieur Vi, au dissipateur thermique 50.
- [0112] Selon un mode de réalisation, chaque carte de circuit imprimé 75 est fixée, via la première plaquette thermique 105, à l'élément thermoélectrique 100, l'élément thermoélectrique 100 étant fixé au dissipateur thermique 50.
- [0113] Le module thermoélectrique 45 est, par exemple, fixé à une face plane du dissipateur thermique 50.
- [0114] Le dissipateur thermique 50 présente, par exemple, une forme parallélépipédique. En particulier, le dissipateur thermique 50 comprend 4 parois latérales verticales et une

paroi inférieure horizontale.

- [0115] Selon l'exemple représenté sur la figure 2, le module de contrôle 40 et le module thermoélectrique 45 sont fixés à une paroi latérale du boîtier formé par le dissipateur thermique 50. Par exemple, les faces 90, 95, 110 et 115 sont des faces verticales.
- [0116] Le module de contrôle 40 et le module thermoélectrique 45 sont, par exemple, supportés par le dissipateur thermique 50, notamment par une paroi latérale à laquelle ils sont fixés.
- [0117] Selon un mode de réalisation, le dissipateur thermique 50 est recouvert au moins partiellement d'un revêtement présentant une émissivité supérieure strictement à l'émissivité du matériau dans lequel le dissipateur thermique 50 est réalisé. Le revêtement permet alors de favoriser le refroidissement du dissipateur thermique 50 par rayonnement.
- [0118] Il est à noter que des modes de réalisation dans lesquels le dissipateur thermique 50 ne forme pas un boîtier sont également envisageables. Par exemple, le dispositif de commutation 10 comporte un boîtier délimitant le volume intérieur Vi, le dissipateur thermique venant en contact avec le module thermoélectrique 45 à travers une paroi du boîtier.
- [0119] Dans ce cas, le dissipateur thermique 50 est susceptible de présenter une forme quelconque. Par exemple, le dissipateur thermique 50 est un support propre à permettre la fixation du boîtier, de l'actionneur 35, du module de contrôle 40, du module thermoélectrique 45 et/ou des contacts 25, 30 à une paroi du véhicule 15.
- [0120] En variante, le dissipateur thermique 50 est un radiateur fixé au boîtier du dispositif de commutation 10, ou encore simplement une plaque métallique.
- [0121] Grâce à l'invention, le module thermoélectrique 45 permet de refroidir efficacement le module de contrôle 40 et donc d'augmenter sa durée de vie, tout en présentant de petites dimensions. Le module thermoélectrique 45 ne requiert donc pas une adaptation importante de l'agencement du dispositif de commutation. Cela est particulièrement vrai lorsque le dissipateur thermique 50 forme le boîtier délimitant le volume intérieur Vi, puisque dans ce cas, le module thermoélectrique 45 est susceptible d'être aisément rajouté à des dispositifs de commutation existants, pour peu que les boîtiers de ces dispositifs existants soient métalliques.
- [0122] Lorsque le module thermoélectrique 45 est en appui contre la carte de circuit imprimé, le transfert thermique entre le module de contrôle 40 et le dissipateur thermique 50 est particulièrement efficace. La deuxième face 95, qui ne comporte pas les composants 80, est donc relativement plane, ce qui permet un bon contact thermique avec le module thermoélectrique 45. Les plaquettes thermiques 105 et 107 permettent, là encore, d'améliorer le transfert thermique et donc le refroidissement du module de contrôle 40.

- [0123] Une plaquette thermique 107 en graphite est très efficace pour transférer la chaleur, notamment entre la face chaude 110 et le dissipateur thermique 50, puisque la face chaude 110 est plane et que le dissipateur thermique 50 est aisément adapté pour présenter une face plane. Dans ce cas, le graphite est très adapté pour former une bonne interface thermique entre ces faces planes.
- [0124] Un tel dispositif de commutation 10 est particulièrement adapté pour être embarqué dans un véhicule, où l'espace disponible relativement faible rend difficile d'employer d'autres méthodes de refroidissement avec une efficacité suffisante. Les disjoncteurs à haute tension sont en particulier fréquemment employés dans des applications pour lesquels l'espace disponible est limité, ou pour lesquels les problématiques d'isolement électrique rendent difficile d'employer certaines méthodes de refroidissement.
- [0125] En particulier, lorsque le dispositif de commutation 10 est fixé à un toit 20 du véhicule 15, le rayonnement solaire qui frappe le toit 20 ou la plaque 52 est susceptible de faire monter la température du module de contrôle 40 à des niveaux trop élevés pour être efficacement refroidis par les méthodes connues, notamment par un flux d'air extérieur. C'est particulièrement le cas lorsque le véhicule 15 circule dans un pays chaud ou en été, puisque l'air extérieur est alors à une température trop élevée pour refroidir efficacement le module de contrôle 40.
- [0126] Lorsque le module de contrôle 40 et le module thermoélectrique 45 sont fixés à une paroi latérale du boîtier formé par le dissipateur thermique 50, l'arrangement des éléments dans le volume intérieur V_i est facilité.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif de commutation électrique (10), notamment pour un véhicule ferroviaire (15), comportant un premier contact électrique (25), un deuxième contact électrique (30) mobile par rapport au premier contact (25), un actionneur (35) et un module de contrôle (40) propre à commander un déplacement du deuxième contact (30) par l'actionneur (35) entre une première position dans laquelle les premier et deuxième contacts (25, 30) sont électriquement connectés l'un à l'autre et une deuxième position dans laquelle les premier et deuxième contacts (25, 30) sont électriquement déconnectés l'un de l'autre, le dispositif de commutation (10) étant caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, un module thermoélectrique (45) et un dissipateur thermique (50), le module thermoélectrique (45) étant interposé entre le dissipateur thermique (50) et le module de contrôle (40) et étant configuré pour générer un flux thermique (F), de préférence par effet Peltier, depuis le module de contrôle (40) jusqu'au dissipateur thermique (50).
- [Revendication 2] Dispositif de commutation électrique selon la revendication 1, dans lequel le dissipateur thermique (50) forme un boîtier délimitant un volume intérieur (Vi), l'actionneur (35), le module de contrôle (40) et le module thermoélectrique (45) étant reçus dans le volume intérieur (Vi).
- [Revendication 3] Dispositif de commutation électrique selon la revendication 2, dans lequel le module de contrôle (40) et le module thermoélectrique (45) sont montés sur une paroi interne du boîtier (50).
- [Revendication 4] Dispositif de commutation électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le module de contrôle (40) comprend une carte de circuit imprimé (75), le module thermoélectrique (45) étant en appui conjointement contre la carte de circuit imprimé (75) et contre le dissipateur thermique (50).
- [Revendication 5] Dispositif de commutation électrique selon la revendication précédente, dans lequel la carte de circuit imprimé (75) présente une première face (90) et une deuxième face (95), la première face (90) portant un ensemble de composants électroniques (80), la deuxième face (95) portant un ensemble de pistes conductrices reliant les composants électroniques (80) entre eux, le module thermoélectrique (45) étant en contact avec la deuxième face (95).
- [Revendication 6] Dispositif de commutation électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le module thermoélectrique (45)

comprend un élément thermoélectrique (100) présentant une face chaude (110) et une face froide (115), l'élément thermoélectrique (100) étant configuré pour générer le flux thermique (F) depuis la face froide (115) vers la face chaude (110), le module thermoélectrique (45) comprenant, en outre, une première plaquette thermique (105) et une deuxième plaquette thermique (107), la première plaquette thermique (105) étant serrée entre le module de contrôle (40) et l'élément thermoélectrique (100), la deuxième plaquette thermique (107) étant serrée entre le dissipateur thermique (50) et l'élément thermoélectrique (100).

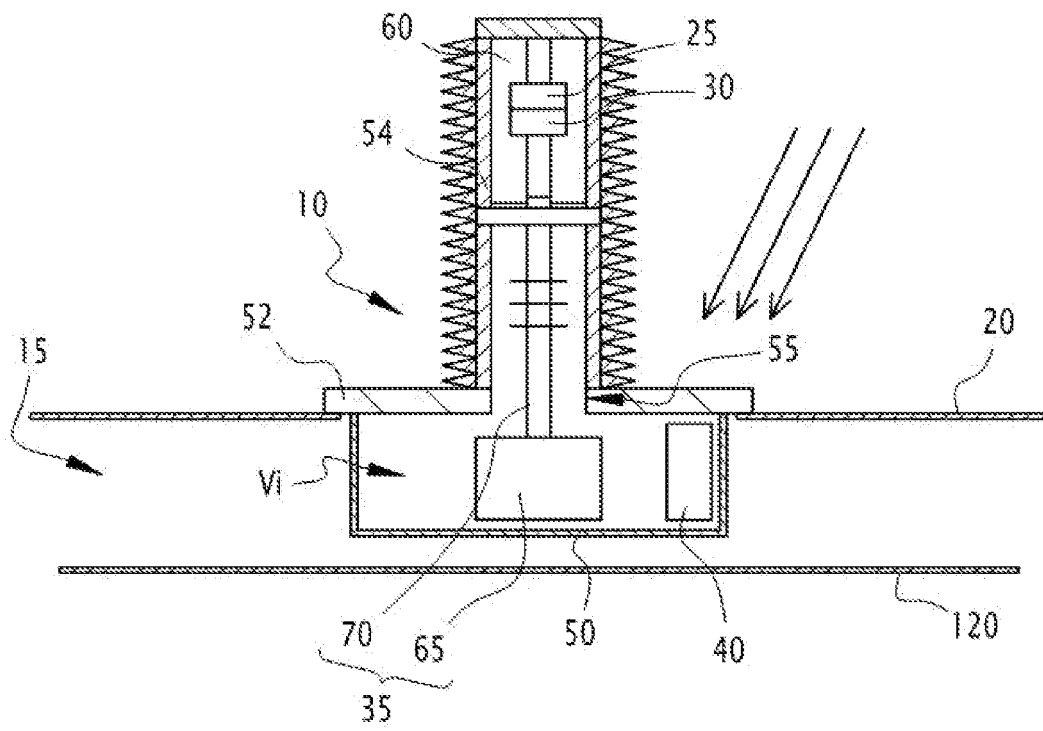
[Revendication 7] Dispositif de commutation électrique selon la revendication précédente, dans lequel la deuxième plaquette thermique (107) est réalisée en graphite.

[Revendication 8] Véhicule ferroviaire (15) comprenant un dispositif de commutation électrique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

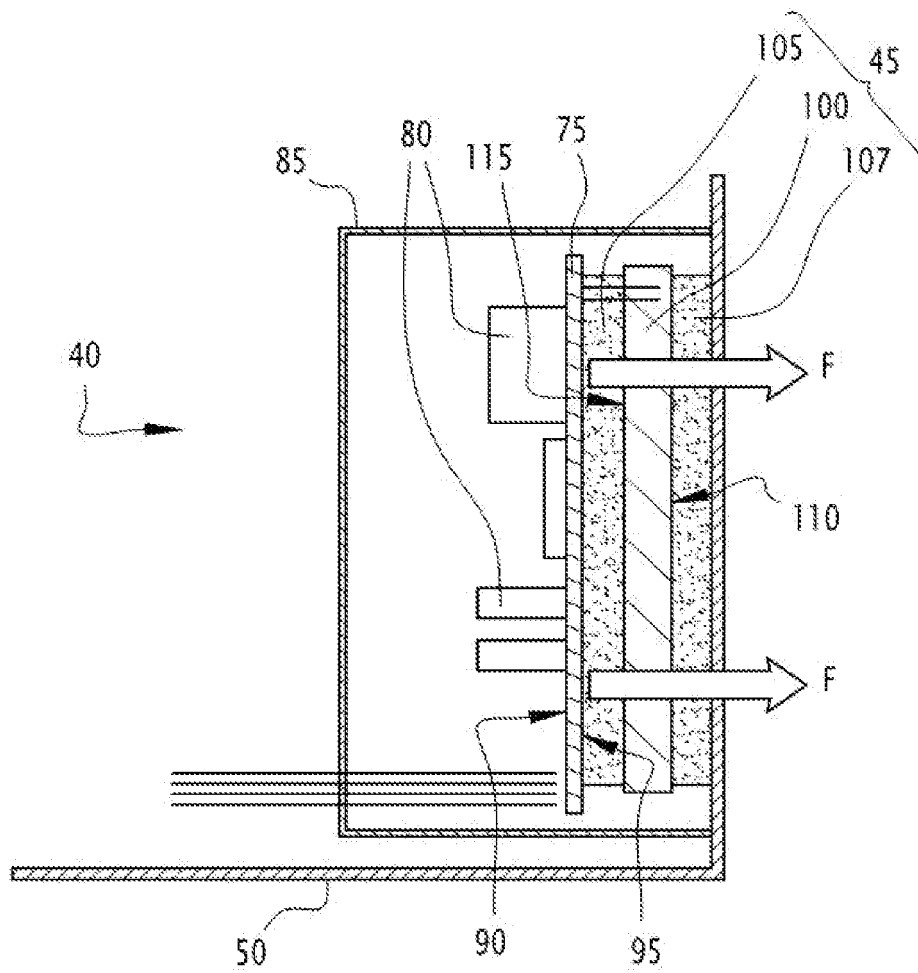
[Revendication 9] Véhicule ferroviaire selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif de commutation électrique (10) est un disjoncteur à haute tension.

[Revendication 10] Véhicule ferroviaire selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif de commutation électrique (10) est fixé à un toit (20) du véhicule ferroviaire (15), le dispositif de commutation électrique (10) s'étendant notamment à travers une ouverture ménagée dans ledit toit (20).

[Fig. 1]



[Fig. 2]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 870632
FR 1909679

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	CN 108 538 678 A (XUCHANG CHANGJIANG HIGH PRESSURE METERING EQUIPMENT CO LTD) 14 septembre 2018 (2018-09-14) * figure 1 *	1-10	H01H83/10 H01H3/28
A	----- JP H11 145664 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 28 mai 1999 (1999-05-28) * abrégé; figure 1 *	1	
A	----- FR 2 984 072 A1 (THALES SA [FR]) 14 juin 2013 (2013-06-14) * page 1, lignes 10-25 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01H H01L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 mars 2020		Simonini, Stefano	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1909679 FA 870632**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **26-03-2020**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CN 108538678	A	14-09-2018	AUCUN	

JP H11145664	A	28-05-1999	AUCUN	

FR 2984072	A1	14-06-2013	EP 2792219 A1	22-10-2014
			FR 2984072 A1	14-06-2013
			US 2015003017 A1	01-01-2015
			WO 2013087494 A1	20-06-2013
