(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
06 août 2020 (06.08.2020)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/156842 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H02M 7/00 (2006.01) *H02M 7/5387* (2007.01)
H01L 23/495 (2006.01) *H01L 23/367* (2006.01)
H01L 23/50 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2020/051191

(22) Date de dépôt international :
17 janvier 2020 (17.01.2020)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR1900937 31 janvier 2019 (31.01.2019) FR

(71) Déposant : **VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR** [FR/FR] ; 2 rue André Boulle, 94046 CRETEIL CEDEX (FR).

(72) Inventeurs : **BERTRAND, Mathieu** ; C/O VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, 2, rue André Boulle, 94046 CRETEIL CEDEX (FR). **FALGUIER, Manuel** ; C/O VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, 2, rue André Boulle, 94046 CRETEIL CEDEX (FR). **LECOCQ, Yann** ; C/O VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, 2, rue André Boulle, 94046 CRETEIL CEDEX (FR).

(74) Mandataire : **GARCIA, Christine** ; VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MOTEUR, 14, Avenue des Béguines, 95800 GERGY SAINT CHRISTOPHE (FR).

(54) **Title:** POWER ELECTRONICS MODULE, VOLTAGE CONVERTER AND ELECTRICAL SYSTEM

(54) **Titre :** MODULE ELECTRONIQUE DE PUISSANCE, CONVERTISSEUR DE TENSION ET SYSTEME ELECTRIQUE

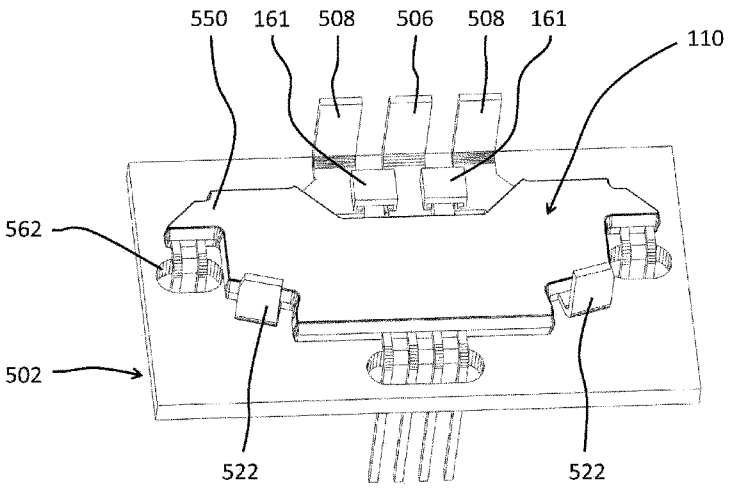


Figure 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a power electronics module (110) comprising a first busbar (506), a second busbar (508), a third busbar (522), a pair of controllable switches comprising a first controllable switch and a second controllable switch, an overmoulded housing (550) over the first controllable switch, the second controllable switch, the first busbar (506), the second busbar (508) and the third busbar (522). The power electronics module (110) further comprises a capacitor (161), the capacitor (161) comprising a first capacitor terminal and a second capacitor terminal, the first capacitor terminal being connected directly to one of the first and second busbars (506, 508). The capacitor (161) is outside the overmoulded housing (550).

(57) **Abrégé :** L'invention porte sur un module électronique (110) de puissance comprenant une première barre omnibus (506), une

[Suite sur la page suivante]

WO 2020/156842 A1

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))*

deuxième barre omnibus (508), une troisième barre omnibus (522), une paire d'interrupteurs commandables comprenant un premier interrupteur commandable et un deuxième interrupteur commandable, un boitier surmoulé (550) sur le premier interrupteur commandable, le deuxième interrupteur commandable, la première barre omnibus (506), la deuxième barre omnibus (508) et la troisième barre omnibus (522). Le module électronique de puissance (110) comprend en outre un condensateur (161), le condensateur (161) comprenant une première borne du condensateur et une deuxième borne du condensateur, la première borne du condensateur étant connectée directement à l'une des première et deuxième barres omnibus (506, 508). Le condensateur (161) est à l'extérieur du boitier surmoulé (550).

MODULE ELECTRONIQUE DE PUISSANCE, CONVERTISSEUR DE TENSION ET SYSTEME ELECTRIQUE

L'invention porte sur un module électronique de puissance comprenant un condensateur de filtrage. L'invention porte également sur un convertisseur de tension comprenant un tel module électronique de puissance ainsi que sur un système électrique comprenant un tel convertisseur de tension.

De manière connue, la technologie TML est utilisée pour la fabrication de modules électronique de puissance par exemple destinés à alimenter un moteur électrique.

Un tel module électronique comprend, comme par exemple divulgué par les documents FR 3068545 A1 et EP 2894952 A1 :

- une première barre omnibus,
- une deuxième barre omnibus,
- une troisième barre omnibus,
- une paire d'interrupteurs commandables comprenant un premier interrupteur commandable et un deuxième interrupteur commandable, chaque interrupteur commandable comprenant :
  - une première borne principale,
  - une deuxième borne principale,
  - une borne de commande destinée à sélectivement ouvrir et fermer l'interrupteur commandable entre la première borne principale et la deuxième borne principale,
- un boitier surmoulé sur le premier interrupteur commandable, le deuxième interrupteur commandable, la première barre omnibus, la deuxième barre omnibus et la troisième barre omnibus,

la première borne principale du premier interrupteur commandable étant connectée à la première barre omnibus,

la deuxième borne principale du deuxième interrupteur commandable étant connectée à la deuxième barre omnibus,

la deuxième borne principale du premier interrupteur commandable et la première borne

principale du deuxième interrupteur commandable étant connectées à la troisième barre omnibus.

La première barre omnibus et la deuxième barre omnibus sont destinées à recevoir une tension d'alimentation continue. Un condensateur, ou capacité de découplage, est utilisé pour filtrer cette tension d'alimentation continue.

Une grande partie de l'énergie perdue lors de l'ouverture des interrupteurs commandables est due à l'inductance de boucle entre les interrupteurs et le condensateur.

Dans le document FR 3068545 A1, il est décrit un convertisseur de tension dans lequel on a cherché à rapprocher le condensateur des interrupteurs commandables de manière à réduire l'inductance de boucle entre les interrupteurs commandables et le condensateur. Dans le mode de réalisation représenté sur les figures, les chemins de conduction entre les bornes du condensateur et les interrupteurs commandables passent par des barres omnibus intermédiaires présentant des perforations pour les bornes du condensateur. Ces barres omnibus intermédiaires présentent une première partie plane parallèle au plan des première, deuxième et troisième barre omnibus. Elles présentent en outre une deuxième partie plane globalement perpendiculaire à la première partie plane reliée à la première partie plane par un congé. La deuxième partie plane de chaque barre omnibus intermédiaire est reliée à une des première et deuxième barres omnibus par une liaison par conjugaison de forme, une excroissance formée dans la deuxième partie plane pénétrant dans un créneau formé dans les première et deuxième barres omnibus. Ce mode de réalisation présente en particulier l'inconvénient de réduire insuffisamment la distance entre les interrupteurs commandables et le condensateur notamment du fait de l'utilisation des barres omnibus intermédiaires. La réduction de l'inductance de boucle entre les interrupteurs commandables et le condensateur est donc insuffisante.

Le document EP 2894952 A1 présente un module électronique dans lequel un condensateur est directement connecté aux première et deuxième barres omnibus. Le boitier surmoulé est surmoulé sur le condensateur en plus d'être surmoulé sur les barres omnibus et les interrupteurs commandables. Ce module électronique permet de réduire l'inductance de boucle en rapprochant le condensateur des interrupteurs commandables. Cependant surmouler un boitier sur un condensateur présente des difficultés d'industrialisation importantes.

La présente invention vise à supprimer tout ou partie de ces inconvénients.

L'invention porte sur un module électronique de puissance comprenant :

- une première barre omnibus,
- une deuxième barre omnibus,
- une troisième barre omnibus,
- une paire d'interrupteurs commandables comprenant un premier interrupteur commandable et un deuxième interrupteur commandable, chaque interrupteur commandable comprenant :
  - une première borne principale,
  - une deuxième borne principale,
  - une borne de commande destinée à sélectivement ouvrir et fermer l'interrupteur commandable entre la première borne principale et la deuxième borne principale,
- un boitier surmoulé sur le premier interrupteur commandable, le deuxième interrupteur commandable, la première barre omnibus, la deuxième barre omnibus et la troisième barre omnibus,

la première borne principale du premier interrupteur commandable étant connectée à la première barre omnibus,

la deuxième borne principale du deuxième interrupteur commandable étant connectée à la deuxième barre omnibus,

la deuxième borne principale du premier interrupteur commandable et la première borne principale du deuxième interrupteur commandable étant connectées à la troisième barre omnibus,

le module électronique de puissance comprenant en outre un condensateur, le condensateur comprenant une première borne du condensateur et une deuxième borne du condensateur, la première borne du condensateur étant connectée directement à l'une des première et deuxième barres omnibus,

et en ce que le condensateur est à l'extérieur du boitier surmoulé.

La connexion directe du condensateur sur la première et/ou la deuxième barre omnibus du module électronique de puissance permet de rapprocher le condensateur des interrupteurs commandables et donc de réduire la longueur de conducteur électrique entre le condensateur et les interrupteurs commandables. Cette réduction de la longueur de

conducteur électrique entraine une réduction de l'inductance de boucle. Grâce à cette réduction de l'inductance de boucle, l'énergie de commutation lors de l'ouverture des interrupteurs commandables est réduite. Une réduction des pertes en énergie de commutation jusqu'à environ 40% peut être atteinte.

Cette réduction des pertes de commutation peut permettre une réduction de la taille des interrupteurs commandable, et donc potentiellement de leur coût. Une telle réduction peut aussi permettre une augmentation de la puissance du module électronique de puissance.

La position extérieure au boitier surmoulé du condensateur permet une fabrication plus simple du module électronique de puissance. En effet grâce à cette position extérieure, le condensateur ne subit pas les contraintes dues à l'injection du matériau du boitier surmoulé.

Selon une caractéristique supplémentaire de l'invention, la connexion directe d'une borne du condensateur à une barre omnibus se fait sur une portion monobloc de cette barre omnibus également connectée à une borne d'un interrupteur commandable.

Selon une caractéristique supplémentaire de l'invention, la deuxième borne du condensateur est connectée directement à l'autre des première et deuxième barres omnibus.

La connexion des deux bornes du condensateur directement à la première barre omnibus et à la deuxième barre omnibus permet de réduire encore plus l'inductance de boucle et donc de limiter plus les pertes en énergie de commutation des interrupteurs commandables.

Selon une caractéristique supplémentaire de l'invention, au moins une borne du condensateur appartient à une zone de rigidité inférieure à la celle du reste du condensateur et également à la zone de la barre omnibus à laquelle elle est connectée.

L'utilisation d'un condensateur dont au moins une des bornes est flexible permet de limiter les contraintes mécaniques dans le condensateur quand les barres omnibus se déforment, notamment sous l'effet de la dilatation due à l'échauffement en fonctionnement du module électronique de puissance. Une telle déformation peut également avoir lieu lorsque les barres omnibus sont soumises à des efforts mécaniques, par exemple lors de la connexion, par exemple par soudure ou brasage, des barres omnibus aux restes des lignes électriques auxquelles elles appartiennent.

Selon une caractéristique supplémentaire de l'invention, la première barre omnibus et la deuxième barre omnibus comprennent chacune une partie plane, la première borne principale du premier interrupteur commandable et la borne du condensateur connectée à la première barre omnibus étant connectées à la partie plane de la première barre omnibus, la deuxième borne principale du deuxième interrupteur commandable et la borne du condensateur connectée à la deuxième barre omnibus étant connectées à la partie plane de la deuxième barre omnibus.

Selon une caractéristique supplémentaire de l'invention, la partie plane de la première barre omnibus et la partie plane de la deuxième barre omnibus sont coplanaires et comportent chacune une face supérieure et une face inférieure.

Dans un premier mode de réalisation :

- la première borne principale du premier interrupteur commandable et la borne du condensateur connectée à la première barre omnibus sont connectées à la face supérieure de la première barre omnibus, et
- la deuxième borne principale du deuxième interrupteur commandable et la borne du condensateur connectée à la deuxième barre omnibus sont connectées à la face supérieure de la deuxième barre omnibus.

La connexion du condensateur sur la face supérieure des barres omnibus permet une simplification du processus de fabrication. En effet les interrupteurs commandables et le condensateur étant connectés à la même face des barres omnibus, il est possible de les monter avant l'opération d'injection du boitier surmoulé.

Dans un deuxième mode de réalisation :

- la première borne principale du premier interrupteur commandable est connectée à la face supérieure de la première barre omnibus,
- la borne du condensateur connectée à la première barre omnibus est connectée à la face inférieure de la première barre omnibus,
- la deuxième borne principale du deuxième interrupteur commandable est connectée à la face supérieure de la deuxième barre omnibus, et
- la borne du condensateur connectée à la deuxième barre omnibus est connectée à la face inférieure de la deuxième barre omnibus.

La connexion des bornes du condensateur aux faces inférieures des première et deuxième barres omnibus permet de libérer de l'espace sur la face supérieure pour les interrupteurs commandables.

Par ailleurs un contact thermique, par exemple par l'intermédiaire d'une pâte thermique, peut être obtenu entre le condensateur et le dissipateur thermique grâce à une telle connexion des bornes du condensateur aux faces inférieures des première et deuxième barres omnibus. Ce contact thermique permet d'améliorer le refroidissement du condensateur.

L'invention porte également sur un convertisseur de tension comprenant :

- au moins un module électronique de puissance décrit précédemment selon le premier mode de réalisation,
- un dissipateur thermique,

le module électronique de puissance présentant une surface de dissipation thermique en contact thermique avec une surface d'échange thermique du dissipateur thermique.

L'invention porte également sur un convertisseur de tension comprenant :

- au moins un module électronique de puissance décrit précédemment selon le deuxième mode de réalisation,
- un dissipateur thermique,

le module électronique de puissance présentant une surface de dissipation thermique du côté des faces inférieures des première et deuxième barres omnibus, la surface de dissipation thermique du module électronique de puissance étant en contact thermique avec une surface d'échange thermique du dissipateur thermique, la surface d'échange thermique du dissipateur présentant une cavité dans laquelle se loge le condensateur.

L'invention porte également sur un système électrique comprenant :

- un convertisseur de tension tel que décrit précédemment,
- une machine électrique tournante présentant au moins trois enroulements de phase associées aux modules électroniques de puissance, chaque enroulement de phase de la machine électrique tournante présentant deux extrémités dont une extrémité est respectivement connectée à une des troisièmes barres omnibus des modules électroniques de puissance.

L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'exemples non limitatifs de mise en œuvre de celle-ci et à l'examen du dessin annexé sur lequel :

- [Fig. 1] la figure 1 représente un schéma électrique d'un système électrique comportant un convertisseur de tension,
- [Fig. 2] la figure 2 représente un schéma électrique partiel du convertisseur de tension de la figure 1,
- [Fig. 3] la figure 3 représente une vue partielle du convertisseur de tension de la figure 1 comportant un module électronique de puissance selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- [Fig. 4] la figure 4 représente une vue partielle du module électronique de puissance de la figure 3,
- [Fig. 5] la figure 5 représente une vue du module électronique de puissance de la figure 3,
- [Fig. 6] la figure 6 représente une vue partielle schématique d'un dissipateur thermique du convertisseur de tension de la figure 3,
- [Fig. 7] la figure 7 représente une vue partielle du convertisseur de tension de la figure 1 comportant un module électronique de puissance selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- [Fig. 8] la figure 8 représente une vue partielle du module électronique de puissance de la figure 7,
- [Fig. 9] la figure 9 représente une vue du module électronique de puissance de la figure 7,
- [Fig. 10] la figure 10 représente une vue partielle schématique d'un dissipateur thermique du convertisseur de tension de la figure 7.

Sur toutes les figures, les éléments identiques ou assurant la même fonction portent les mêmes numéros de référence. Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation ou que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées ou interchangées pour fournir d'autres réalisations.

La figure 1 représente un système électrique 100 dans lequel peut être mis en œuvre l'invention.

Le système électrique 100 est par exemple destiné à être implanté dans un véhicule automobile.

Le système électrique 100 comporte tout d'abord une source d'alimentation électrique 102 conçue pour délivrer une tension continue U, par exemple comprise entre 20 V et 100 V, par exemple 48 V. La source d'alimentation électrique 102 comporte par exemple une batterie.

Le système électrique 100 comporte en outre une machine électrique tournante 130 comportant plusieurs enroulements de phase (non représentés) destinées à présenter des tensions de phase respectives.

Le système électrique 100 comporte en outre un convertisseur de tension 104 connecté entre la source d'alimentation électrique 102 et la machine électrique 130 pour effectuer une conversion entre la tension continue U et les tensions de phase.

Le convertisseur de tension 104 comporte tout d'abord une ligne électrique positive 106 et une ligne électrique négative 108 destinées à être connectées à la source d'alimentation électrique 102 pour recevoir la tension continue U, la ligne électrique positive 106 recevant un potentiel électrique haut et la ligne électrique négative 108 recevant un potentiel électrique bas.

Le convertisseur de tension 104 comporte en outre au moins un module électronique de puissance 110 comportant une ou plusieurs lignes électriques de phase 122 destinées être respectivement connectées à une ou plusieurs phases de la machine électrique 130, pour fournir leurs tensions de phase respectives.

Dans l'exemple décrit, le convertisseur de tension 104 comporte trois modules électroniques de puissance 110 comportant chacun deux lignes électriques de phase 122 connectées à deux phases de la machine électrique 130.

Plus précisément, dans l'exemple décrit, la machine électrique 130 comporte deux systèmes triphasés comportant chacun trois phases, et destinés à être électriquement déphasés de 120° l'un par rapport à l'autre. De préférence, les premières lignes électriques de phase 122 des modules électroniques de puissance 110 sont respectivement connectées aux trois phases du premier système triphasé, tandis que les deuxièmes lignes électriques de phase

122 des modules de puissance 110 sont respectivement connectées aux trois phases du deuxième système triphasé.

Chaque module électronique de puissance 110 comporte, pour chaque ligne électrique de phase 122, un premier interrupteur commandable 112 connecté entre la ligne électrique positive 106 et la ligne électrique de phase 122 et un deuxième interrupteur commandable 114 connecté entre la ligne électrique de phase 122 et la ligne électrique négative 108. Ainsi, les interrupteurs commandables 112, 114 sont agencés de manière à former un bras de hachage, dans lequel la ligne électrique de phase 122 forme un point milieu.

Chaque interrupteur commandable 112, 114 comporte des première et deuxième bornes principales 116, 118 et une borne de commande 120 destinée à sélectivement ouvrir et fermer l'interrupteur commandable 112, 114 entre ses deux bornes principales 116, 118 en fonction d'un signal de commande qui lui est appliqué. Les interrupteurs commandables 112, 114 sont de préférence des transistors, par exemple des transistors à effet de champ à structure métal-oxyde-semiconducteur (de l'anglais « Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor » ou MOSFET) présentant une grille formant la borne de commande 120, et un drain et une source formant respectivement les bornes principales 116, 118.

Dans l'exemple décrit, les interrupteurs commandables 112, 114 ont chacun la forme d'une plaque, par exemple sensiblement rectangulaire, présentant une face supérieure et une face inférieure. La première borne principale 116 s'étend sur la face inférieure, tandis que la deuxième borne principale 118 s'étend sur la face supérieure. En outre, la face inférieure forme une face de dissipation de chaleur.

Le convertisseur de tension 104 comporte en outre, pour chaque module électronique de puissance 110, une capacité de filtrage 124 présentant une première borne 126 et une deuxième borne 128 respectivement connectées à la ligne électrique positive 106 et à la ligne électrique négative 108.

Il sera apprécié que la ligne électrique positive 106, la ligne électrique négative 108 et les lignes électriques de phase 122 sont des éléments rigides conçus pour supporter des courants électriques d'au moins 1 A. Elles présentent de préférence une épaisseur d'au moins 1 mm.

En outre, dans l'exemple décrit, la machine électrique 130 a à la fois une fonction d'alternateur et de moteur électrique. Plus précisément, le véhicule automobile comporte en outre un moteur thermique (non représenté) présentant un axe de sortie auquel la machine électrique 130 est reliée par une courroie (non représentée). Le moteur thermique est destiné à entraîner des roues du véhicule automobile par l'intermédiaire de son axe de sortie. Ainsi, en fonctionnement comme alternateur, la machine électrique fournit de l'énergie électrique en direction de la source d'alimentation électrique 102 à partir de la rotation de l'axe de sortie. Le convertisseur de tension 104 fonctionne alors comme redresseur. En fonctionnement comme moteur électrique, la machine électrique entraîne l'arbre de sortie (en complément ou bien à la place du moteur thermique). Le convertisseur de tension 104 fonctionne alors comme onduleur.

La machine électrique 130 est par exemple localisée dans une boîte de vitesses ou bien dans un embrayage du véhicule automobile ou bien en lieu et place de l'alternateur.

La figure 2 représente un schéma électrique partiel du convertisseur de tension selon l'invention. Plus précisément cette figure présente un module électronique de puissance 110 associé à sa capacité de filtrage.

La capacité de filtrage est réalisé grâce à un premier condensateur 161 et un deuxième condensateur 160.

Le premier condensateur 161 comprend une première borne connectée à la ligne électrique positive 106 et une deuxième borne connectée à la ligne électrique négative 108. La connexion entre la première borne du premier condensateur 161 et la ligne électrique 106 ainsi que la connexion entre la deuxième borne du premier condensateur 161 et la ligne électrique négative sont réalisées dans le module électronique de puissance 110 de manière à réduire la longueur de ligne électrique entre le condensateur et le premier interrupteur commandable 112 et le deuxième interrupteur commandable 114.

Une longueur de ligne réduite permet de limiter l'inductance de boucle entre le condensateur 161 et les premier et deuxième interrupteurs commandables 112, 114. Cette inductance de boucle réduite permet de limiter l'énergie perdue lors de l'ouverture des interrupteurs commandables.

Le deuxième condensateur 160 permet d'augmenter la capacité de filtrage si la capacité du premier condensateur 161 n'est pas suffisante. En effet l'encombrement du premier condensateur 161 est limité par l'encombrement du module électronique de puissance 110.

Le deuxième condensateur 160 comprend une première borne connectée à la ligne électrique positive 106 et une deuxième borne connectée à la ligne électrique négative 108. La connexion entre la première borne du premier condensateur 161 et la ligne électrique 106 ainsi que la connexion entre la deuxième borne du premier condensateur 161 et la ligne électrique négative sont réalisées à l'extérieur du module électronique de puissance 110.

L'inductance des différentes liaisons électriques entre les composants est représentée sur la figure 2 par :

- une première inductance 151 entre la première borne du premier condensateur 161 et la première borne principale 116 du premier interrupteur commandable 112,
- une deuxième inductance 152 entre la première borne du deuxième condensateur 160 et la première borne du premier condensateur 161,
- une troisième inductance 153 entre la deuxième borne du premier condensateur 161 et la deuxième borne principale 118 du deuxième interrupteur commandable 114,
- une quatrième inductance 154 entre la deuxième borne du premier condensateur 161 et la deuxième borne du deuxième condensateur 160,
- une cinquième inductance 155 entre la deuxième borne principale 118 du premier interrupteur commandable 112 et la ligne de phase 122,
- une sixième inductance 156 entre la première borne principale 116 du deuxième interrupteur commandable 114 et la ligne de phase 122.

Les première, troisième, cinquième et sixième inductances seront les principales inductances s'opposant à la commutation en position fermée du premier interrupteur commandable 112 et du deuxième interrupteur commandable 114. Ces inductances étant réduites du fait de liaisons électriques de longueurs réduites dans le module électronique de puissance, les pertes d'énergie lors de la commutation du premier interrupteur commandable 112 et du deuxième interrupteur commandable 114 sont réduites.

La figure 2 représente un module électronique de puissance à une seule phase.

Les modules électroniques des modes de réalisation de l'invention représentés sur les figures 3 à 10 comprennent chacun deux lignes électriques de phase.

Dans d'autres modes de réalisation, le module électronique de puissance comprend une ou plusieurs lignes électriques de phases.

La figure 3 représente une vue partielle du convertisseur de tension 100 comprenant un module de puissance 110 selon un premier mode de réalisation et un dissipateur thermique 502 dont seulement une partie est représentée sur la figure 3.

La figure 4 représente une vue partielle du module de puissance de 110 de la figure 3.

Le module de puissance 110 comprend une face inférieure et une face supérieure. La face inférieure du module de puissance 110 comprend une surface de dissipation thermique. Cette surface de dissipation thermique est en contact thermique avec une surface d'échange thermique du dissipateur thermique 502.

Le module électronique de puissance 110 comprend :

- une première barre omnibus 506,
- une deuxième barre omnibus 508,
- une troisième barre omnibus 522,
- une paires d'interrupteurs commandables comprenant un premier interrupteur commandable 112 et un deuxième interrupteur commandable 114, chaque interrupteur commandable comprenant :
  - une première borne principale 116,
  - une deuxième borne principale 118,
  - une borne de commande 120 destinée à sélectivement ouvrir et fermer l'interrupteur commandable entre la première borne principale 116 et la deuxième borne principale 118,
- un boitier surmoulé 550 sur le premier interrupteur commandable 112, les deuxième interrupteur commandable 114, la première barre omnibus 506, la deuxième barre omnibus 508 et la troisième barre omnibus 522.

La première barre omnibus 506, la deuxième basse omnibus 508 et la troisième barre omnibus 522 sont par exemple réalisées à partir d'une ou plusieurs plaques d'un matériau conducteur, notamment du cuivre ou un alliage de cuivre.

La première barre omnibus 506, la deuxième basse omnibus 508 et la troisième barre omnibus 522 comportent respectivement des portions planes et coplanaires, et s'étendant les unes à côté des autres.

Les portions planes de la première barre omnibus 506, la deuxième basse omnibus 508 et la troisième barre omnibus 522 comprennent une face inférieure et une face supérieure.

Par ailleurs, le premier interrupteur commandable 112 et le deuxième interrupteur commandable 114 ont la forme d'une plaque sensiblement rectangulaire. La première borne principale 116 de chaque interrupteur commandable s'étend sur au moins une partie d'une face supérieure supérieure, tandis que la deuxième borne principale de chaque interrupteur commandable 118 s'étend sur une face inférieure (non visible sur les figures).

La première borne principale 116 du premier interrupteur commandable 112 est connectée via au moins une languette conductrice 208 à la portion plane de la première barre omnibus 506 de manière à connecter électriquement la première borne principale 116 du premier interrupteur commandable 112 à la première barre omnibus 506. La deuxième borne principale 118 du premier interrupteur commandable 112 est plaquée contre la portion plane de la troisième barre omnibus 522 de manière à connecter électriquement la deuxième borne principale 118 à la troisième barre omnibus 522.

La première borne principale 116 du deuxième interrupteur commandable 114 est connectée via au moins une languette conductrice 210 à la portion plane de la troisième barre omnibus 522 de manière à connecter électriquement la première borne principale 116 du deuxième interrupteur commandable 114 à la troisième barre omnibus 522. La deuxième borne principale 118 du deuxième interrupteur commandable 114 est plaquée contre la portion plane de la deuxième barre omnibus 508 de manière à connecter électriquement la deuxième borne principale 118 du deuxième interrupteur commandable 114 à la deuxième barre omnibus 508.

Dans un autre mode de réalisation non représenté, la deuxième borne principale 118 du premier interrupteur commandable 112 est plaquée contre la portion plane de la première barre omnibus 506 de manière à connecter électriquement la deuxième borne principale 118 à la première barre omnibus 506. La première borne principale 116 du premier interrupteur commandable 112 est connectée via au moins une languette conductrice 208 à

la portion plane de la troisième barre omnibus 522 de manière à connecter électriquement la première borne principale 116 du premier interrupteur commandable 112 à la troisième barre omnibus 522.

Dans un autre mode de réalisation non représenté, la première borne principale 116 du deuxième interrupteur commandable 114 est connectée via au moins une languette conductrice 210 à la portion plane de la deuxième barre omnibus 508 de manière à connecter électriquement la première borne principale 116 du deuxième interrupteur commandable 114 à la deuxième barre omnibus 508. La deuxième borne principale 118 du deuxième interrupteur commandable 114 est plaquée contre la portion plane de la troisième barre omnibus 522 de manière à connecter électriquement la deuxième borne principale 118 du deuxième interrupteur commandable 114 à la troisième barre omnibus 522.

Par ailleurs, les bornes de commandes 120 du premier interrupteur commandable 112 et du deuxième interrupteur commandable 114 s'étendent dans l'exemple décrit sur leur face supérieure et sont connectées à des broches de commande 212.

La première borne du premier condensateur 161 est directement connectée à la face supérieure de la première barre omnibus 506. La deuxième borne du premier condensateur 161 est directement connectée à la face supérieure de la deuxième barre omnibus 508.

Une telle connexion directe est par exemple réalisée par soudure ou brasage.

La connexion directe d'une borne du premier condensateur 161 à une barre omnibus est réalisée sur une portion monobloc de cette barre omnibus également connectée à une borne d'un interrupteur commandable.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention non représenté, seule la première borne du premier condensateur 161 est fixée directement à la première barre omnibus 506. La deuxième borne du premier condensateur 161 est par exemple connectée par l'intermédiaire d'une barre de connexion. Dans cet exemple, la barre de connexion peut être connectée directement à la deuxième borne du condensateur 161 et à la deuxième barre omnibus 508.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention non représenté, seule la deuxième borne du premier condensateur 161 est fixée directement à la deuxième barre omnibus 508. La

première borne du premier condensateur 161 est par exemple connectée par l'intermédiaire d'une barre de connexion. Dans cet exemple, la barre de connexion peut être connectée directement à la première borne du premier condensateur 161 et à la première barre omnibus 508.

Le premier condensateur 161 est à l'extérieur du boitier surmoulé 550.

Le boitier surmoulé 550 est réalisé dans un matériau isolant. Le matériau isolant est par exemple une résine thermodurcissable de type époxy.

Au moins une borne du premier condensateur 161 appartient à une zone de rigidité inférieure à la celle du reste du premier condensateur 161 et également à la zone de la barre omnibus à laquelle elle est connectée.

La zone de rigidité inférieure permet d'absorber des déformations mécaniques des première et deuxième barres omnibus auxquelles le premier condensateur 161 est connecté. De telles déformations mécaniques peuvent notamment être engendrées par la dilatation de différents éléments du module électronique de puissance 110 sous l'effet de la chaleur.

Le premier condensateur est par exemple un condensateur empilé (stacked capacitor en anglais). Ce type de condensateur comprend une pluralité d'éléments de condensateur empilés. Chaque élément de condensateur comprend une première surface de connexion et une deuxième surface de connexion. Les premières surfaces de connexion sont reliées par une première lame métallique formant la première borne du premier condensateur 161. Les deuxièmes surfaces de connexion sont reliées par une deuxième lame métallique formant la deuxième borne du premier condensateur 161. La flexibilité de la première lame métallique et de la deuxième lame métallique permet d'absorber les déformations mécaniques des première et deuxième barres omnibus.

Le dissipateur thermique présente des ouvertures 562 pour le passage des broches de commande 212.

La figure 5 représente une vue du module électronique de puissance 110 permettant de voir la face inférieure du module électronique de puissance 110.

Une ouverture 554 est réalisée dans le boitier surmoulé 550 sur la face inférieure du module électronique de puissance 110. Grâce à l'ouverture 554 une partie des faces inférieures de la première barre omnibus 506, de la deuxième barre omnibus 508 et de la troisième barre

omnibus 522 n'est pas couverte par le boitier surmoulé 550. Cette partie forme la surface de dissipation thermique du module électronique de puissance 110.

L'ouverture 554 du boitier surmoulé 550 est par exemple réalisée lors de l'opération de surmoulage du boitier surmoulé 550.

Le boitier surmoulé 550 peut comprendre des pions de positionnement 552. permettant de positionner le module électronique de puissance 110 en appui sur le dissipateur thermique 502.

Les pions de positionnement 552 ont par exemple une forme tronconique.

La figure 6 représente une partie du dissipateur thermique 502.

Le dissipateur thermique 502 comprend une face supérieure 503 globalement plane. Le module électronique de puissance 110 est en appui sur la face supérieure 503.

Une excroissance formant un plot 564 se projette à partir de la face supérieure 503 du dissipateur thermique 502.

Le plot 564 présente une surface supérieure plane 568 parallèle à la face supérieure 503 du dissipateur thermique 502. Le plot 564 comprend en outre une paroi périphérique 567 reliant la surface supérieur plane 566 du plot 564 à la face supérieure 503 du dissipateur thermique 502.

La surface périphérique 567 relie la surface supérieure plane 566 du plot 564 à la face supérieur 503 du dissipateur thermique 502.

Le dissipateur thermique 502 présente un premier trou 570 et un deuxième trou 571 recevant les pions de positionnement 552 du boitier surmoulé 550.

Le premier trou 570 est par exemple de forme cylindrique. Le deuxième trou 571 est par exemple de forme oblongue.

Le plot 564 pénètre dans l'ouverture 554 du boitier surmoulé 550. La surface supérieure plane du plot 564 est en contact thermique avec la surface de dissipation thermique du module électronique de puissance 110.

La face supérieure 568 du plot forme la surface d'échange thermique du dissipateur thermique 502. Elle est en contact thermique avec la surface de dissipation thermique du module électronique de puissance 110.

Le contact thermique est par exemple réalisé grâce à une pâte thermique ou une colle thermique. La pâte thermique et la colle thermique sont électriquement isolantes de manière à ne pas connecter électriquement entre elles, et avec le dissipateur thermique 502, la première barre omnibus 506, la deuxième barre omnibus 508 et la troisième barre omnibus 522.

Un espace peut être ménagé entre la surface périphérique 567 du plot 564 et une surface périphérique de l'ouverture 554. Cet espace peut recevoir un surplus de pâte thermique ou de colle thermique.

La figure 7 représente une vue partielle du convertisseur de tension 100 comprenant un module de puissance 110 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention et un dissipateur thermique 502 dont seulement une partie est représentée sur la figure 7.

La figure 8 représente une vue partielle du module de puissance de 110 de la figure 7.

Le deuxième mode de réalisation est similaire au premier mode de réalisation.

Cependant dans le deuxième mode de réalisation, la première borne du premier condensateur 161 est directement connectée à la face inférieure de la première barre omnibus 506. La deuxième borne du premier condensateur 161 est directement connectée à la face inférieure de la deuxième barre omnibus 508.

Dans des variantes du deuxième mode de réalisation, une borne du premier condensateur 161 est directement connectée à la face inférieure d'une barre omnibus.

La figure 9 représente une vue du module électronique de puissance 110 selon le deuxième mode de réalisation permettant de voir la face inférieure du module électronique de puissance 110.

Dans ce mode de réalisation, la surface périphérique de l'ouverture 554 réalisée dans le boitier surmoulé 550 peut-être interrompue.

Cette interruption de la surface périphérique de l'ouverture 554 permet de loger le premier condensateur 161 sans réduire la surface de contact thermique entre la surface d'échange

thermique 568 du dissipateur thermique 502 et la surface de dissipation thermique du module électronique de puissance 110.

La figure 10 représente une partie du dissipateur thermique 502 adapté au deuxième mode de réalisation du module électronique de puissance 110.

Le dissipateur thermique présente une cavité 566 formée en creux à partir de la face supérieure 503 du dissipateur thermique 502.

La cavité 566 permet de loger le premier condensateur 161.

Les modules électroniques de puissance selon les modes de réalisation de l'inventions représentés sur les figures 3 à 10 comprennent deux paires d'interrupteurs commandables comprenant chacune un interrupteur commandable de côté haut 112 et l'interrupteurs et un interrupteur commandable de côté bas 114 et chacune étant connectée électriquement à une ligne électrique de phase 122.

Selon d'autres modes de réalisation de l'invention non représentés, le module électronique de puissance peut comprendre une ou plusieurs paires d'interrupteurs commandables, chacune des paires étant connectée électriquement à une ligne électrique de phase 122.

Les modules électroniques de puissance selon les modes de réalisation de l'inventions représentés sur les figures 3 à 10 comprennent deux deuxièmes barres omnibus 508 et un première barre omnibus 506.

Sans sortir de l'invention, le module électronique de puissance peut comprendre une ou plusieurs premières barres omnibus 506 et deuxièmes barres omnibus 508.

Les modules électroniques de puissance selon les modes de réalisation de l'inventions représentés sur les figures 3 à 10 comprennent deux premiers condensateurs 161.

Sans sortir de l'invention, le module électronique de puissance peut comprendre un ou plusieurs premiers condensateurs 161.

Dans un mode de réalisation de l'invention la première barre omnibus 506 fait partie de la ligne électrique positive 106 et la deuxième barre omnibus 508 fait partie de la ligne électrique négative 108.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention la première barre omnibus 506 fait partie de la ligne électrique négative 108 et la deuxième barre omnibus 508 fait partie de la ligne électrique négative 106.

REVENDICATIONS

1. Module électronique de puissance (110) comprenant :
    a. une première barre omnibus (506),
    b. une deuxième barre omnibus (508),
    c. une troisième barre omnibus (522),
    d. une paire d'interrupteurs commandables comprenant un premier interrupteur commandable (112) et un deuxième interrupteur commandable (114), chaque interrupteur commandable comprenant :
        i. une première borne principale (116),
        ii. une deuxième borne principale (118),
        iii. une borne de commande (120) destinée à sélectivement ouvrir et fermer l'interrupteur commandable (112, 114) entre la première borne principale (116) et la deuxième borne principale (118),
    e. un boitier surmoulé (550) sur le premier interrupteur commandable (112), le deuxième interrupteur commandable (114), la première barre omnibus (506), la deuxième barre omnibus (508) et la troisième barre omnibus (522),

    la première borne principale (116) du premier interrupteur commandable (112) étant connectée à la première barre omnibus (506),

    la deuxième borne principale (118) du deuxième interrupteur commandable (114) étant connectée à la deuxième barre omnibus (508),

    la deuxième borne principale (118) du premier interrupteur commandable (112) et la première borne principale (116) du deuxième interrupteur commandable (114) étant connectées à la troisième barre omnibus (522),

    caractérisé en ce qu'il comprend en outre un condensateur (161), le condensateur (161) comprenant une première borne du condensateur (161) et une deuxième borne du condensateur (161), la première borne du condensateur (161) étant connectée directement à l'une des première (506) et deuxième (508) barres omnibus,

    et en ce que le condensateur (161) est à l'extérieur du boitier surmoulé (550).

2. Module électronique de puissance (110) selon la revendication 1 dans lequel la connexion directe d'une borne du condensateur (161) à une barre omnibus (506, 508) se fait sur une portion monobloc de cette barre omnibus (506, 508) également connectée à une borne (116, 118) d'un interrupteur commandable (112, 114).
3. Module électronique de puissance (110) selon la revendication 1 dans lequel la deuxième borne du condensateur (161) est connectée directement à l'autre des première (506) et deuxième (508) barres omnibus.
4. Module électronique de puissance (110) selon l'une des revendications précédentes dans lequel au moins une borne du condensateur (161) appartient à une zone de rigidité inférieure à la celle du reste du condensateur (161) et également à la zone de la barre omnibus (506, 508) à laquelle elle est connectée.
5. Module électronique de puissance (110) selon l'une des revendications précédentes dans lequel la première barre omnibus (506) et la deuxième barre omnibus (508) comprennent chacune une partie plane, la première borne principale (116) du premier interrupteur commandable (112) et la borne du condensateur (161) connectée à la première barre omnibus (506) étant connectées à la partie plane de la première barre omnibus (506), la deuxième borne principale (118) du deuxième interrupteur commandable (114) et la borne du condensateur (161) connectée à la deuxième barre omnibus (508) étant connectées à la partie plane de la deuxième barre omnibus (508).
6. Module électronique de puissance (110) selon la revendication précédente dans lequel la partie plane de la première barre omnibus (506) et la partie plane de la deuxième barre omnibus (508) sont coplanaires et comportent chacune une face supérieure et une face inférieure.
7. Module électronique de puissance (110) selon le revendication 6 dans lequel :
    a. la première borne principale (118) du premier interrupteur commandable (112) et la borne du condensateur connectée à la première barre omnibus (506) sont connectées à la face supérieure de la première barre omnibus (506), et
    b. la deuxième borne principale (118) du deuxième interrupteur commandable (114) et la borne du condensateur (161) connectée à la deuxième barre omnibus (508) sont connectées à la face supérieure de la deuxième barre omnibus (508).

8. Module électronique de puissance (110) selon la revendication 6 dans lequel :
    a. la première borne principale (116) du premier interrupteur commandable (112) est connectée à la face supérieure de la première barre omnibus (506),
    b. la borne du condensateur (161) connectée à la première barre omnibus (506) est connectée à la face inférieure de la première barre omnibus (506),
    c. la deuxième borne principale (118) du deuxième interrupteur commandable (114) est connectée à la face supérieure de la deuxième barre omnibus (508), et
    d. la borne du condensateur (161) connectée à la deuxième barre omnibus (508) est connectée à la face inférieure de la deuxième barre omnibus (508).
9. Convertisseur de tension (104) comprenant :
    a. au moins un module électronique de puissance (110) selon l'une des revendications précédentes,
    b. un dissipateur thermique (502),

    le module électronique de puissance (110) présentant une surface de dissipation thermique en contact thermique avec une surface d'échange thermique (568) du dissipateur thermique (502).
10. Convertisseur de tension (104) comprenant :
    a. au moins un module électronique de puissance (110) selon la revendication 8,
    b. un dissipateur thermique (502), le dissipateur thermique (502) comprenant une

    le module électronique de puissance (110) présentant une surface de dissipation thermique du côté des faces inférieures des première (506) et deuxième (508) barres omnibus, la surface de dissipation thermique du module électronique de puissance (110) étant en contact thermique avec une surface d'échange thermique (568) du dissipateur thermique (502), la surface d'échange thermique du dissipateur présentant une cavité dans laquelle se loge le condensateur (161).
11. Système électrique (100) comprenant :
    a. un convertisseur de tension (104) selon l'une des revendications 9 et 10,
    b. une machine électrique tournante (130) présentant au moins trois enroulements de phase associées aux modules électroniques de puissance

(110), chaque enroulement de phase de la machine électrique tournante (130) présentant deux extrémités dont une extrémité est respectivement connectée à une des troisièmes barres omnibus (522) des modules électroniques de puissance (110).

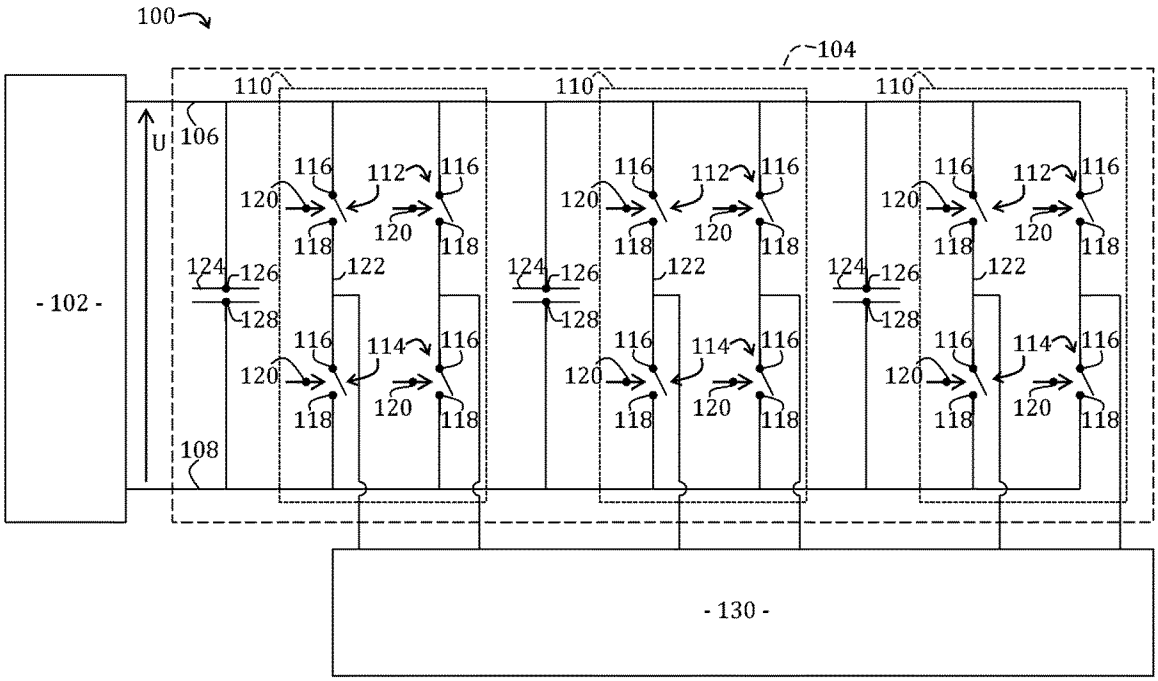


Figure 1

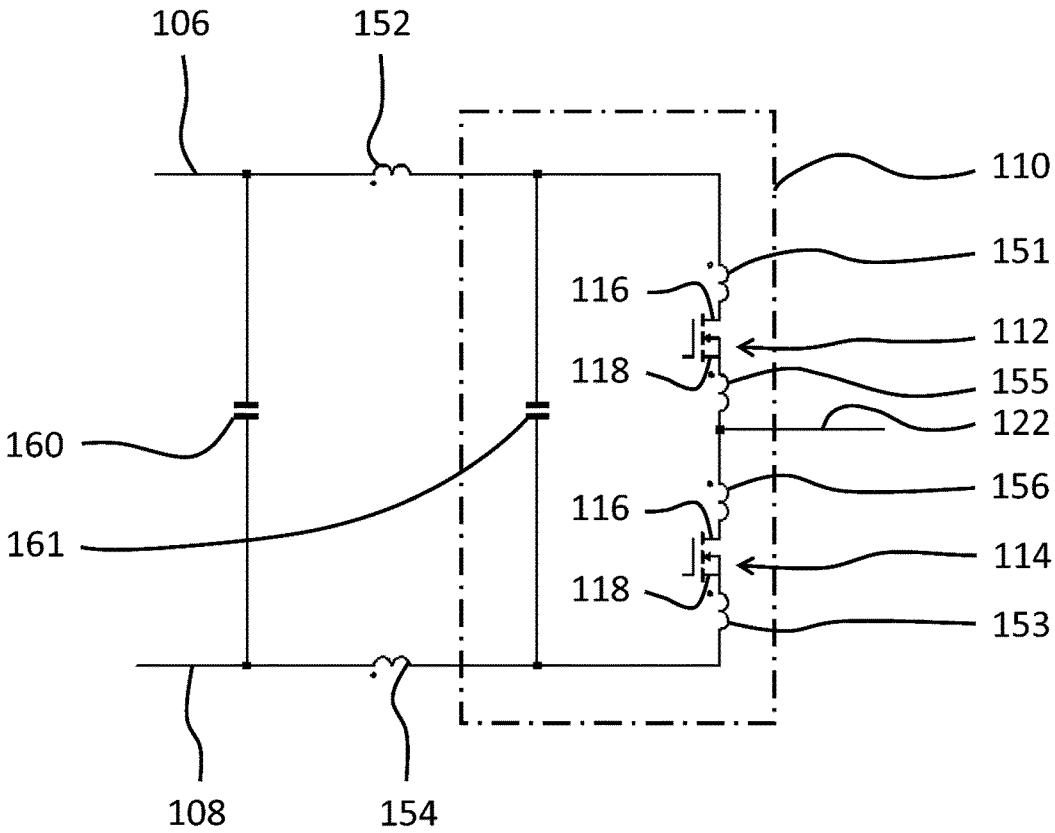


Figure 2

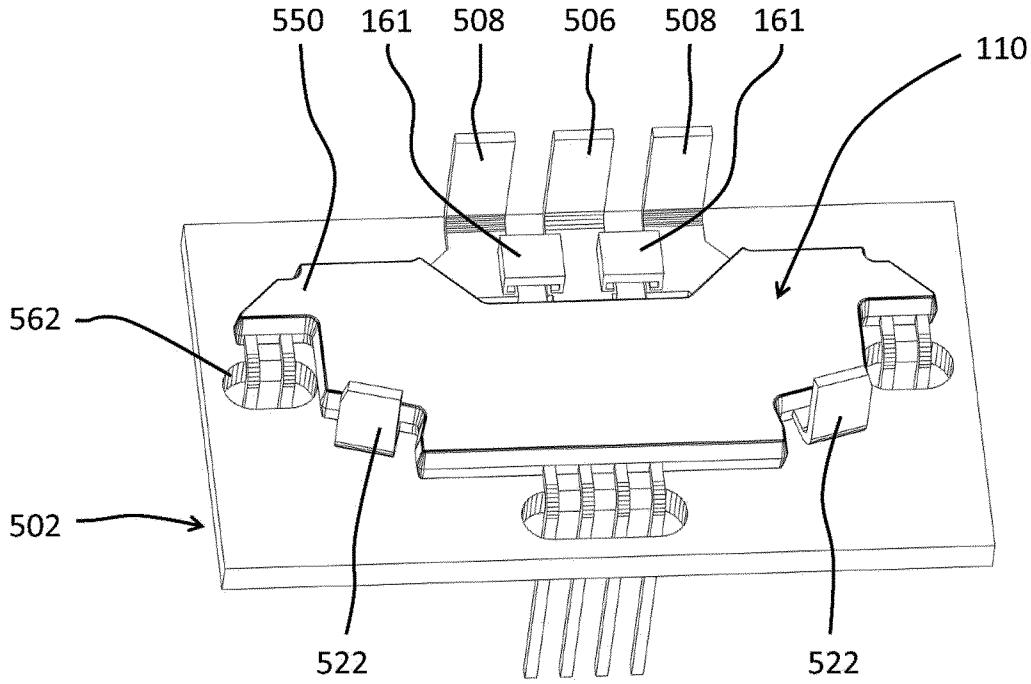


Figure 3

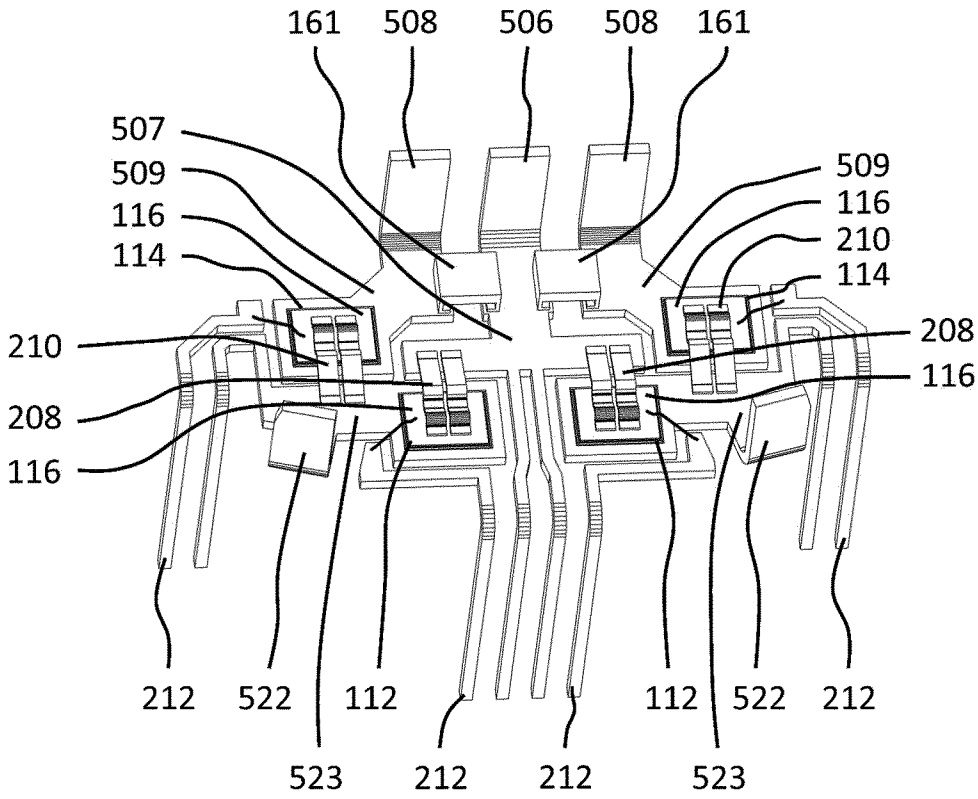


Figure 4

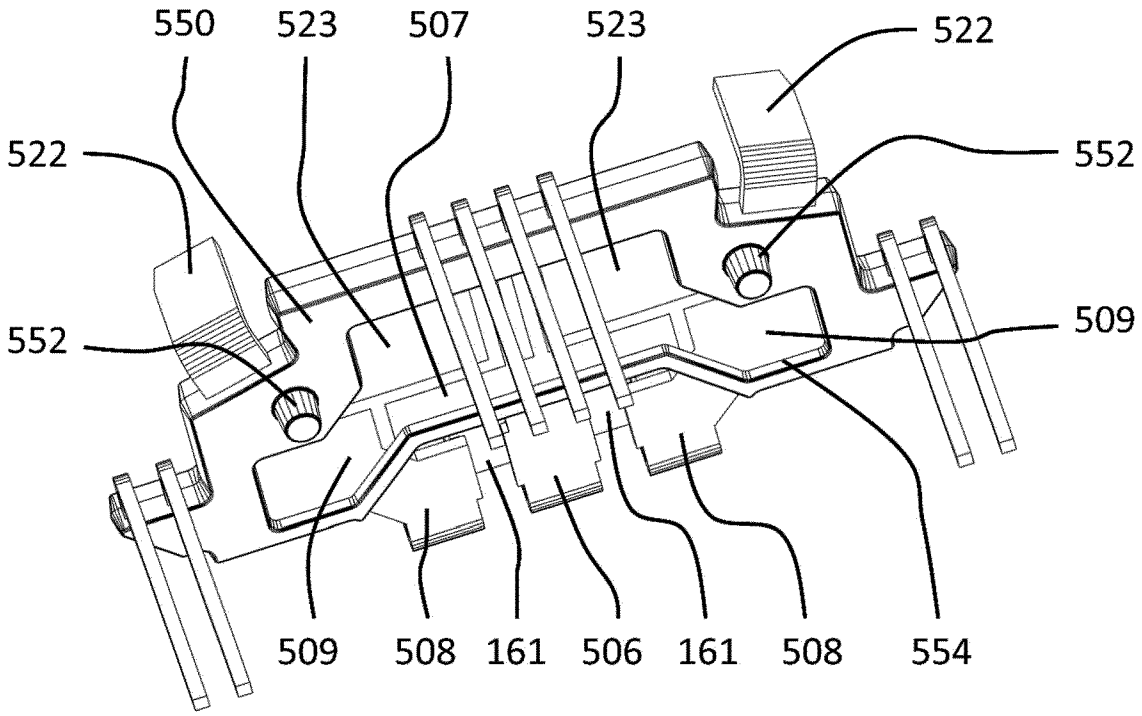


Figure 5

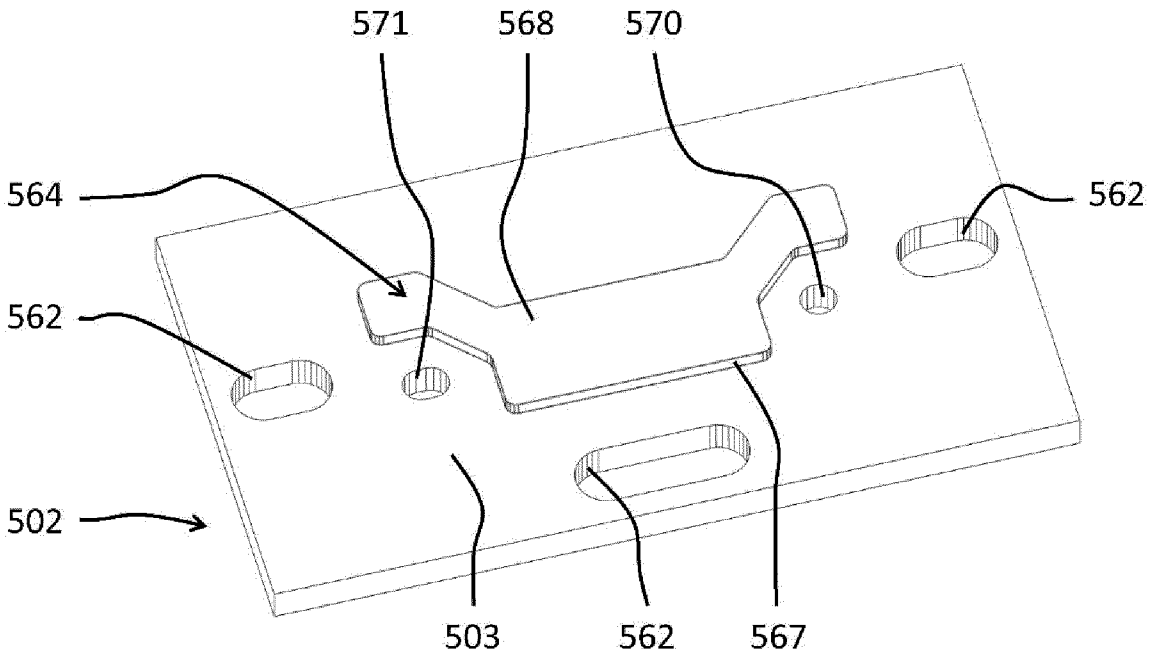


Figure 6

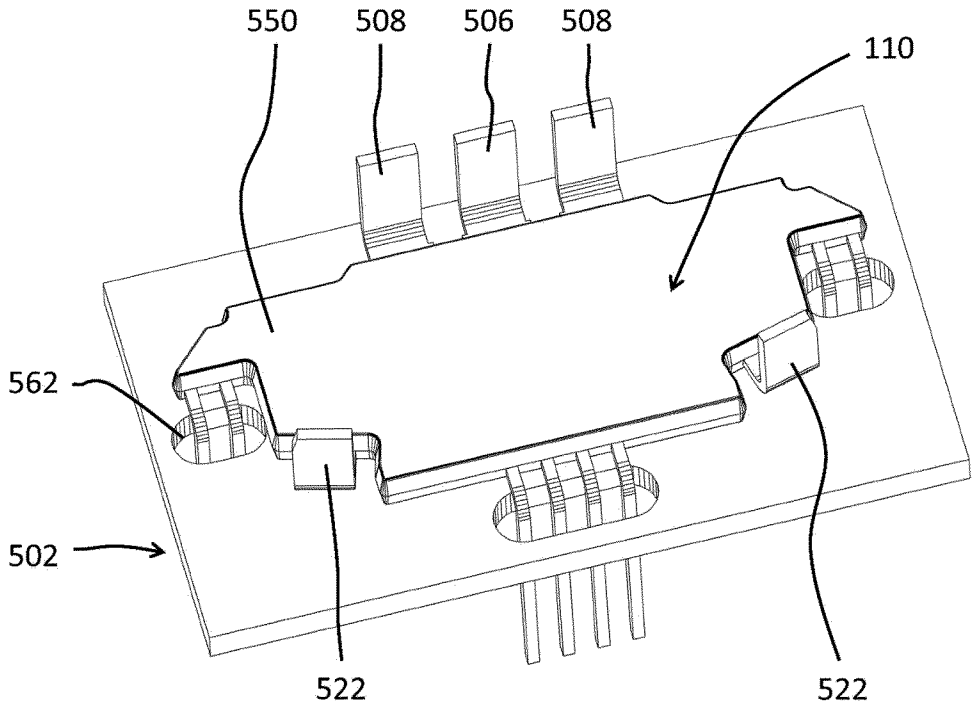


Figure 7

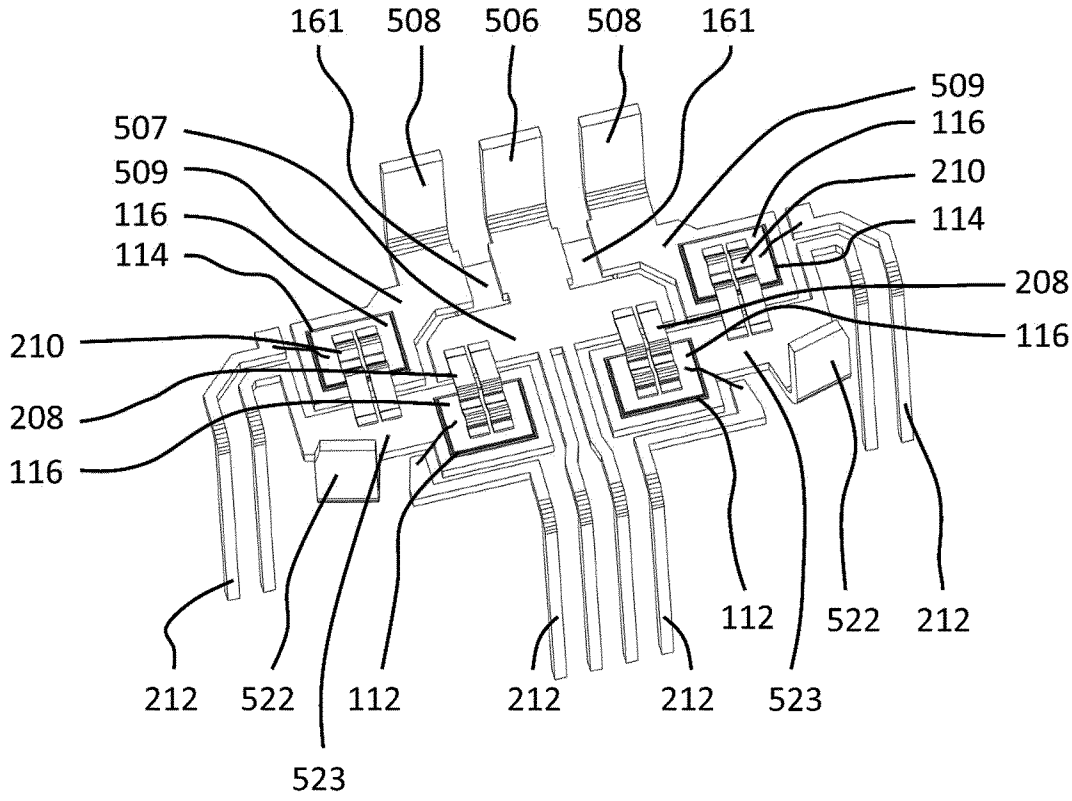


Figure 8

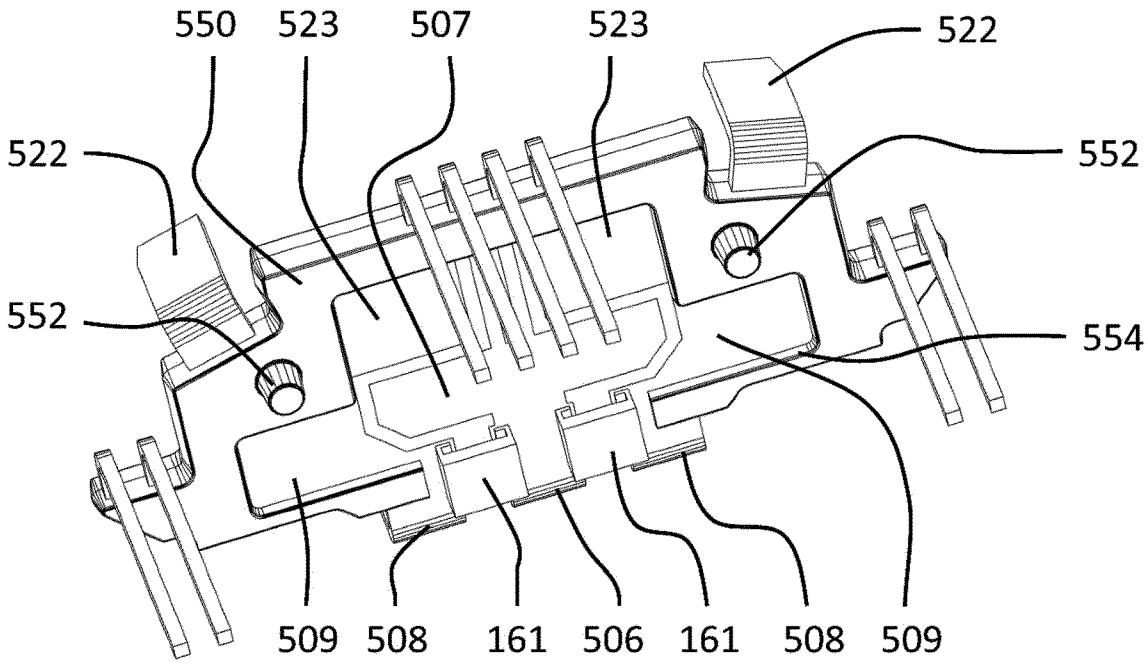


Figure 9

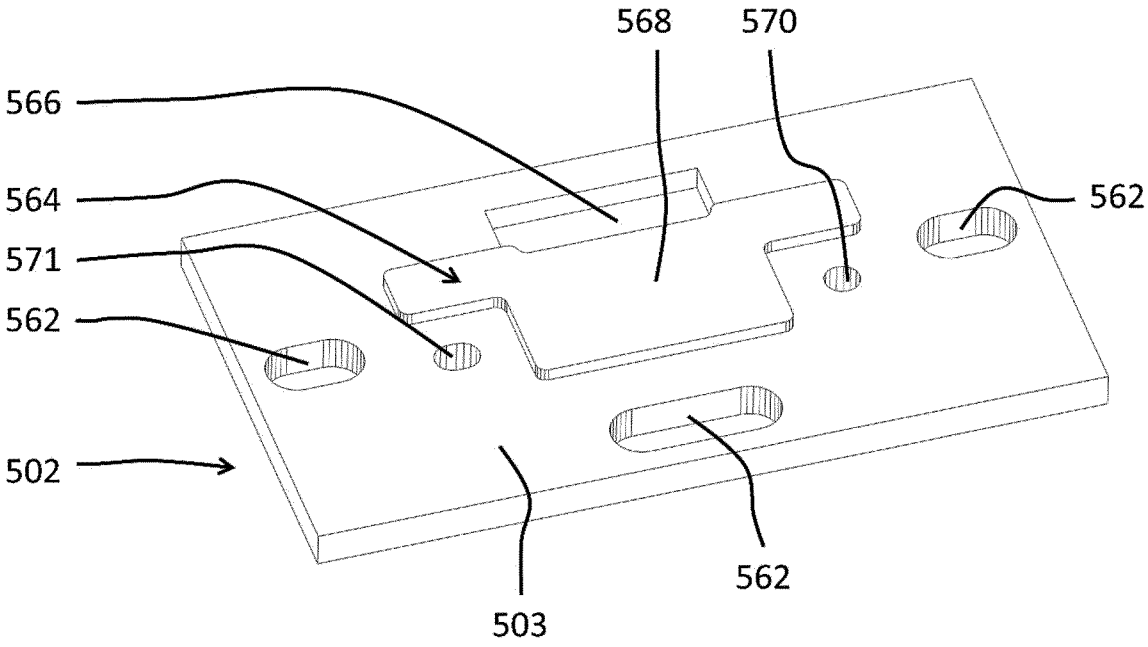


Figure 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/051191

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 7/00(2006.01)i; ***H01L 23/495***(2006.01)i; ***H01L 23/50***(2006.01)i; ***H02M 7/5387***(2007.01)i; ***H01L 23/367***(2006.01)i

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)

H01L; H02M

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2016172995 A1 (OBIRAKI YOSHIKO [JP] ET AL) 16 June 2016 (2016-06-16) figures 1-3 figures 16-19 paragraph [0033] - paragraph [0036] paragraph [0040] paragraph [0057] paragraph [0069] - paragraph [0075]	1-11
A	WO 2014208450 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 31 December 2014 (2014-12-31) figures 1-2 figure 7	1-11
A	US 2010132193 A1 (YOSHINAGA FUMITAKA [JP] ET AL) 03 June 2010 (2010-06-03) figures 1-2	1-11

☐ 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	Date of mailing of the international search report
14 April 2020	**22 April 2020**

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. **(+31-70)340-2040**
Facsimile No. **(+31-70)340-3016**

Authorized officer

Riehl, Philippe

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2020/051191

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2016172995 A1	16 June 2016	CN 104205330 A	10 December 2014
		CN 107293534 A	24 October 2017
		DE 112013001234 T5	08 January 2015
		JP 5893126 B2	23 March 2016
		JP 6062404 B2	18 January 2017
		JP 6188902 B2	30 August 2017
		JP 2014225706 A	04 December 2014
		JP 2017011305 A	12 January 2017
		JP WO2013128787 A1	30 July 2015
		KR 20140123551 A	22 October 2014
		US 2015023081 A1	22 January 2015
		US 2016172995 A1	16 June 2016
		WO 2013128787 A1	06 September 2013
WO 2014208450 A1	31 December 2014	JP 6056971 B2	11 January 2017
		JP WO2014208450 A1	23 February 2017
		WO 2014208450 A1	31 December 2014
US 2010132193 A1	03 June 2010	CN 101682270 A	24 March 2010
		DE 112008001443 T5	29 April 2010
		JP 4905254 B2	28 March 2012
		JP 2008295227 A	04 December 2008
		US 2010132193 A1	03 June 2010
		WO 2008146770 A1	04 December 2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2020/051191

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H02M7/00 H01L23/495 H01L23/50 H02M7/5387 H01L23/367
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)
H01L H02M

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2016/172995 A1 (OBIRAKI YOSHIKO [JP] ET AL) 16 juin 2016 (2016-06-16) figures 1-3 figures 16-19 alinéa [0033] - alinéa [0036] alinéa [0040] alinéa [0057] alinéa [0069] - alinéa [0075]	1-11
A	WO 2014/208450 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 31 décembre 2014 (2014-12-31) figures 1-2 figure 7	1-11
A	US 2010/132193 A1 (YOSHINAGA FUMITAKA [JP] ET AL) 3 juin 2010 (2010-06-03) figures 1-2	1-11

☐ 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
14 avril 2020	22/04/2020

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Riehl, Philippe

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2020/051191

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2016172995 A1	16-06-2016	CN 104205330 A	10-12-2014
		CN 107293534 A	24-10-2017
		DE 112013001234 T5	08-01-2015
		JP 5893126 B2	23-03-2016
		JP 6062404 B2	18-01-2017
		JP 6188902 B2	30-08-2017
		JP 2014225706 A	04-12-2014
		JP 2017011305 A	12-01-2017
		JP WO2013128787 A1	30-07-2015
		KR 20140123551 A	22-10-2014
		US 2015023081 A1	22-01-2015
		US 2016172995 A1	16-06-2016
		WO 2013128787 A1	06-09-2013
WO 2014208450 A1	31-12-2014	JP 6056971 B2	11-01-2017
		JP WO2014208450 A1	23-02-2017
		WO 2014208450 A1	31-12-2014
US 2010132193 A1	03-06-2010	CN 101682270 A	24-03-2010
		DE 112008001443 T5	29-04-2010
		JP 4905254 B2	28-03-2012
		JP 2008295227 A	04-12-2008
		US 2010132193 A1	03-06-2010
		WO 2008146770 A1	04-12-2008