

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 147 461

21 N° d'enregistrement national : 23 03208

51 Int Cl⁸ : H 02 M 1/32 (2023.01), H 02 M 1/14, 1/00, H 03 K 17/16, H 05 K 7/02

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 31.03.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 04.10.24 Bulletin 24/40.

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) : Valeo eAutomotive Germany GmbH — DE.

72 Inventeur(s) : MASSOL Laurent, DRIDI Raouaa, DEFRUTOS Xavier, MORELLE Jean Michel et KOPP Gabriel.

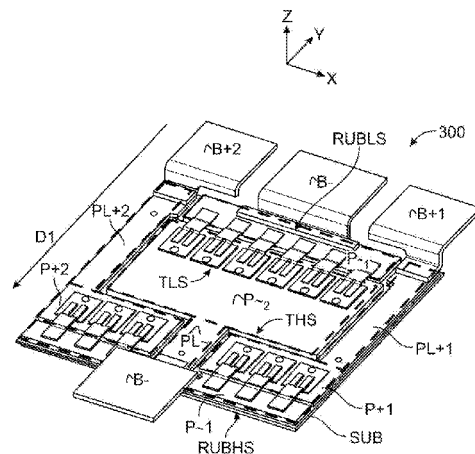
73 Titulaire(s) : Valeo eAutomotive Germany GmbH.

74 Mandataire(s) : VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR - SCE PI.

54 MODULE DE PUISSANCE.

57 Le module de puissance (300) comporte : - un premier conducteur (C+) comportant une ou plusieurs portions (P+1, P+2) ; - un deuxième conducteur (C-) comportant une portion (P-1) ; - un troisième conducteur (C~) comportant des première et deuxième portions (P~1, P~2) ; les portions des conducteurs se succédant selon une première direction (D1) dans l'ordre : la portion (P-1) du deuxième conducteur (C-), la deuxième portion (P~2) du troisième conducteur (C~), la ou les portions (P+1 ; P+1, P+2) du premier conducteur (C+) et la première portion (P~1) du troisième conducteur (C~) ; - un premier interrupteur formé de premiers transistors (TLS) alignés, les premiers transistors (TLS) étant plaqués contre la deuxième portion (P~2) du troisième conducteur (C~) et connectés électriquement à la portion (P-1) du deuxième conducteur (C-) ; - un deuxième interrupteur formé de deuxièmes transistors (THS) alignés, les deuxièmes transistors (THS) étant plaqués contre la ou les portions (P+1) du premier conducteur (C+) et connectés électriquement à la première portion (P~1) du troisième conducteur (C~) ; et - entre les premiers transistors (TLS) et les deuxièmes transistors (THS), un circuit de commande (CMD) des transistors (TLS, THS).

Figure pour l'abrégié : Fig. 3



FR 3 147 461 - A1



Description

Titre de l'invention : MODULE DE PUISSANCE

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne un module de puissance.

Arrière-plan technologique

[0002] Il est connu d'utiliser un module de puissance implémentant un bras de commutation avec un interrupteur de côté haut formé de plusieurs transistors, dits de côté haut, et un interrupteur de côté bas formé également de plusieurs transistors, dits de côté bas. Généralement, les transistors de chaque côté sont répartis sur deux rangées parallèles. Le module de puissance comporte en outre un circuit de commande avec deux parties, distantes l'une de l'autre, pour la commande de respectivement les transistors de côté haut et les transistors de côté bas. Chacune des deux parties comporte des broches se projetant vers le haut ou vers le bas pour être connectées à des pilotes.

[0003] À cause de cette configuration, à chaque commutation, les signaux électriques des transistors présentent des oscillations pouvant conduire à une instabilité électrique pouvant mener à un emballement thermique et/ou une destruction électrique des transistors.

[0004] Il peut ainsi être souhaité de prévoir un module de puissance qui permette de s'affranchir d'au moins une partie des problèmes et contraintes précités.

Résumé de l'invention

[0005] Il est donc proposé un module de puissance caractérisé en ce qu'il comporte :

- un premier conducteur comportant une ou plusieurs portions ;
 - un deuxième conducteur comportant une portion ;
 - un troisième conducteur comportant des première et deuxième portions ;
- les portions des conducteurs se succédant selon une première direction dans l'ordre : la portion du deuxième conducteur, la deuxième portion du troisième conducteur, la ou les portions du premier conducteur et la première portion du troisième conducteur ;
- un premier interrupteur formé de premiers transistors alignés, les premiers transistors étant plaqués contre la deuxième portion du troisième conducteur et connectés électriquement à la portion du deuxième conducteur ;
 - un deuxième interrupteur formé de deuxièmes transistors alignés, les deuxièmes transistors étant plaqués contre la ou les portions du premier conducteur et connectés électriquement à la première portion du troisième conducteur ; et
 - entre les premiers transistors et les deuxièmes transistors, un circuit de commande des transistors.

- [0006] Ainsi, grâce à l'invention, les oscillations peuvent être diminuées en alignant les transistors de côté haut et les transistors de côté bas, à chaque fois dans un seul alignement, et en positionnant le circuit de commande entre les deux alignements, tout en permettant des connexions faciles à réaliser. Cela est obtenu en dédoublant le conducteur de phase pour faire alterner une portion conductrice négative, une portion conductrice de phase, une portion conductrice positive, et à nouveau une portion conductrice de phase. Cela permet que les connexions avec les transistors de côté haut s'étendent dans une direction, tandis que les connexions du côté bas s'étendent dans la direction inverse, ce qui libère ainsi l'espace entre les transistors pour y placer le circuit de commande. Il s'agit notamment ici des connexions de fort courant de la face supérieure des transistors de côté haut.
- [0007] Le fait d'aligner les transistors permet également de réduire le risque des oscillations lors de la commutation due à un déphasage entre les temps de commutation des transistors.
- [0008] L'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes, selon toute combinaison techniquement possible.
- [0009] De façon optionnelle, les portions des conducteurs sont planes. Cela permet d'améliorer la compacité du module de puissance et de simplifier leur fabrication.
- [0010] De façon optionnelle également, les portions planes s'étendent parallèlement les unes aux autres. Cela permet d'améliorer la compacité du module de puissance.
- [0011] De façon optionnelle également, le premier conducteur comporte des première et deuxième portions planes, une partie des deuxièmes transistors étant plaquée contre la première portion plane du premier conducteur et le reste des deuxièmes transistors étant plaqué contre la deuxième portion plane du premier conducteur, et le troisième conducteur comporte une portion de liaison reliant les première et deuxième portions planes en passant entre les première et deuxième portion planes du premier conducteur.
- [0012] De façon optionnelle également, une moitié des deuxièmes transistors est plaquée contre la première portion plane du premier conducteur et l'autre moitié des deuxièmes transistors est plaquée contre la deuxième portion plane du premier conducteur.
- [0013] De façon optionnelle également, les deuxièmes transistors sont plaqués contre la portion plane du premier conducteur et le troisième conducteur comporte une portion de liaison reliant les première et deuxième portions planes en passant au-dessus de la portion plane du premier conducteur. Cela permet de simplifier les connexions entre les conducteurs.
- [0014] De façon optionnelle également, le premier conducteur comporte au moins une première borne située avant la portion plane du deuxième conducteur selon la première direction et, pour chaque première borne, une portion de liaison reliant la portion plane à la première borne considérée en passant à côté de la deuxième portion plane du

troisième conducteur et de la portion plane du deuxième conducteur.

- [0015] De façon optionnelle également, le premier conducteur comporte au moins une première borne située avant la portion plane du deuxième conducteur selon la première direction et, pour chaque première borne, une portion de liaison reliant la portion plane à la première borne considérée en passant au-dessus de la deuxième portion plane du troisième conducteur et de la portion plane du deuxième conducteur.
- [0016] De façon optionnelle également, le module de puissance comporte des premières connexions connectant électriquement respectivement les premiers transistors à la portion plane du deuxième conducteur, ces premières connexions étant identiques et s'étendant parallèlement les unes autres et/ou comportant des deuxième connexions connectant électriquement respectivement les deuxième transistors à la portion plane du troisième conducteur, ces deuxième connexions étant identiques et s'étendant parallèlement les unes autres. Cela permet de simplifier le module de puissance en standardisant les connexions et ainsi réduire son coût de fabrication.
- [0017] De façon optionnelle également, chacun des premiers transistors comporte une borne Kelvin et le circuit de commande comporte une première piste Kelvin à laquelle toutes les bornes Kelvin des premiers transistors sont connectées et/ou chacun des deuxième transistors comporte une borne Kelvin et le circuit de commande comporte une deuxième piste Kelvin à laquelle toutes les bornes Kelvin des deuxième transistors sont connectées.
- [0018] De façon optionnelle également, le circuit de commande comporte une première broche Kelvin et une résistance connectée entre la première piste Kelvin et la première broche Kelvin et/ou une deuxième broche Kelvin et une résistance connectée entre la deuxième piste Kelvin et la deuxième broche Kelvin. La résistance permet de réduire les inductances parasites dans la boucle de contrôle et d'avoir un meilleur équilibre dans les commutations des transistors.
- [0019] De façon optionnelle également, chacun des premiers transistors comporte une borne de commande et le circuit de commande comporte une première broche de commande globale et, pour chaque borne de commande des premiers transistors, une résistance respective connectée entre la borne de commande considérée et la première broche de commande globale et/ou chacun des deuxième transistors comporte une borne de commande et le circuit de commande comporte une deuxième broche de commande globale et, pour chaque borne de commande des deuxième transistors, une résistance respective connectée entre la borne de commande considérée et la deuxième broche de commande globale. La résistance permet de réduire les inductances parasites dans la boucle de contrôle et d'avoir un meilleur équilibre dans les commutations des transistors.
- [0020] De façon optionnelle également, le module de puissance comporte un substrat dit de

commande, par exemple plaqué contre la deuxième portion du troisième conducteur, sur lequel le circuit de commande s'étend.

[0021] De façon optionnelle également, le circuit de commande comporte de l'électronique de commande, comme par exemple un pilote des transistors de côté haut et/ou un pilote des transistors de côté bas.

Brève description des figures

[0022] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la [Fig.1] est une vue schématique d'un véhicule terrestre à moteur dans lequel l'invention peut être mise en œuvre,
- la [Fig.2] est un schéma électrique d'un circuit à commutation pouvant être utilisé dans le véhicule terrestre à moteur de la [Fig.1],
- la [Fig.3] est une vue en trois dimensions d'un premier exemple de module de puissance selon l'invention,
- la [Fig.4] est une vue de dessus du module de puissance de la [Fig.3],
- la [Fig.5] est vue de dessus d'un deuxième exemple de module de puissance selon l'invention,
- la [Fig.6] est une vue en trois dimensions d'un type de rubans de connexion d'interrupteurs de côté bas du module de puissance, et
- la [Fig.7] est une vue en trois dimensions d'un clip de connexion d'interrupteurs de côté bas du module de puissance.

Description détaillée de l'invention

[0023] En référence à la [Fig.1], un véhicule terrestre à moteur 100, dans lequel l'invention peut être mise en œuvre, va à présent être décrit.

[0024] Le véhicule 100 comporte une ou plusieurs roues motrices 102 conçues pour mettre le véhicule 100 en mouvement.

[0025] Pour entraîner la ou les roues motrices 102, l'engin de mobilité 100 comprend en outre un dispositif d'entraînement électrique 104 et une source de tension continue 106, telle qu'une batterie, conçue pour alimenter électriquement le dispositif d'entraînement électrique 104.

[0026] Le dispositif d'entraînement électrique 104 comporte une machine électrique 108, en particulier polyphasée, par exemple triphasée, connectée à la ou aux roues motrices 102 pour entraîner ces dernières. Le dispositif d'entraînement électrique 104 comporte en outre un convertisseur de tension électrique 110 alternatif-continu connecté entre la source de tension continue 106 et la machine électrique 108. Le convertisseur de tension électrique 110 est configuré pour transférer de la puissance électrique entre la source de tension continue 106 et la machine électrique 108. Par exemple, le

convertisseur alternatif-continu 110 est configuré pour fonctionner en onduleur pour transférer de la puissance électrique depuis la source de tension continue 106 jusqu'à la machine électrique 108 fonctionnant en tant que moteur électrique. Le convertisseur alternatif-continu 110 peut également être configuré pour fonctionner en redresseur pour transférer de la puissance électrique depuis la machine électrique 108 fonctionnant en tant que générateur électrique jusqu'à la source de tension continue 106, par exemple pour recharger cette dernière.

- [0027] En référence à la [Fig.2], le convertisseur de tension électrique 110 comprend un circuit à commutation 202 avec des interrupteurs HS, LS. Ces derniers sont des interrupteurs à transistors, tels que des transistors à effet de champ à grille métal-oxyde (de l'anglais « Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor » également désigné par l'acronyme MOSFET) ou bien des transistors à effet de champ à grille métal-oxyde silicium (de l'anglais « Silicon Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor » également désigné par l'acronyme Si MOSFET) ou bien des transistors à effet de champ à grille métal-oxyde au carbure de silicium (de l'anglais « Silicon Carbide Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor » également désigné par l'acronyme SiC MOSFET) ou bien des transistors bipolaires à grille isolée (de l'anglais « Insulated Gate Bipolar Transistor » également désigné par l'acronyme IGBT) ou bien des transistors à effet de champ au nitrure de gallium (de l'anglais « Gallium Nitride Field Effect Transistor » également désigné par l'acronyme GaN FET).
- [0028] Le circuit à commutation 202 comporte au moins un bras de commutation 206, par exemple, autant de bras de commutation 206 que de phases statoriques de la machine électrique 108. Chaque bras de commutation 206 comprend un interrupteur de côté haut HS et un interrupteur de côté bas LS reliés l'un à l'autre en un point milieu. Chaque bras de commutation 206 est connectées entre des bornes +, - de la source de tension continue 106. Le point milieu est connecté à une des phases statoriques de la machine électrique 108.
- [0029] Chaque bras de commutation 206 est ainsi configuré pour commuter entre deux configurations. Dans une première configuration, l'interrupteur de côté haut HS est fermé et l'interrupteur de côté bas LS est ouvert, de sorte qu'une tension continue est essentiellement appliquée au point milieu et donc à la phase statorique qui y est connectée. Dans une deuxième configuration, l'interrupteur de côté haut HS est ouvert et l'interrupteur de côté bas LS est fermé, de sorte qu'une tension nulle est appliquée au point milieu et donc à la phase statorique associée.
- [0030] Le convertisseur de tension électrique 110 comporte en outre une électronique 208 de commande des interrupteurs HS, LS, généralement au travers de pilotes respectifs (de l'anglais « drivers ») non représentés. L'électronique de commande 208 est par

exemple conçu pour commander les interrupteurs HS, LS afin de réguler des courants de phase transmis aux phases statoriques depuis les points milieux.

- [0031] En référence à la [Fig.3], un exemple de module de puissance 300 implémentant un des bras de commutation 206 va à présent être décrit.
- [0032] Par soucis de clarté, les positions des éléments du module de puissance 300 seront décrits par la suite en référence à un trièdre direct formant un repère X, Y, Z, dans lequel la direction X est une direction droite gauche, la direction Y est une direction avant arrière, et la direction Z est une direction verticale.
- [0033] Le module de puissance 300 comporte tout d'abord plusieurs conducteurs électriques : un premier conducteur destiné à être connecté à la borne positive + de la source de tension 106 et appelé de ce fait conducteur positif C+, un deuxième conducteur destiné à être connecté à la borne négative - de la source de tension 106 et appelé de ce fait conducteur positif C-, et un troisième conducteur destiné à être connecté à une des phases et à présenter une tension alternative et appelé de ce fait conducteur alternatif C~.
- [0034] Les conducteurs C+, C-, C~ sont agencés pour présenter la succession suivante selon une direction D1 : une portion P-1 du conducteur négatif C-, puis une portion P~2 du conducteur de phase C~, puis au moins une portion P+1, P+2 du conducteur positif C+, puis une autre portion P~1 du conducteur de phase C~. Par exemple, comme dans l'exemple illustré, la direction D1 est parallèle à la direction Y. Ainsi, les portions précédentes se succèdent de l'arrière vers l'avant.
- [0035] Par exemple, comme dans l'exemple illustré, les portions P-1, P~2, P+1, P+2, P~1 sont planes et s'étendent parallèlement les unes autres, c'est-à-dire parallèlement au plan horizontal X,Y. Par exemple, ces portions P-1, P~2, P+1, P+2, P~1 sont coplanaires comme dans l'exemple illustré. Alternativement, ces portions P-1, P~2, P+1, P+2, P~1 pourraient être décalées en hauteur de quelques dixièmes de millimètres.
- [0036] Le conducteur alternatif C~ comporte en outre une portion de liaison PL~ reliant les portions P~1, P~2 en passant entre les portions P+1, P+2 du premier conducteur C+. Par exemple, comme dans l'exemple illustré, la portion de liaison PL~ est plane et parallèle aux autres portions P-1, P~2, P+1, P+2, P~1, par exemple coplanaire avec ces dernières.
- [0037] L'interrupteur de côté bas LS est formé de plusieurs transistors de côté bas TLS plaqués contre la portion P~2 du conducteur alternatif C~ et connectés électriquement à la portion P-1 du conducteur négatif C-, par exemple par des rubans RUBLS respectifs avec par exemple deux zones de contact s'étendant selon la direction Y ou bien selon la direction X (voir la [Fig.6]) sur le transistor de côté bas TLS connecté, ou bien par un ou plusieurs clips connectant chacun plusieurs transistors de côté bas TLS (voir la [Fig.7], en particulier la référence CLP).

- [0038] L'interrupteur de côté haut HS est formé de plusieurs transistors de côté haut THS plaqués contre le conducteur positif C+ et connectés électriquement au conducteur alternatif C~, par exemple par des rubans RUBHS respectifs (avec par exemple deux zones de contact comme pour les rubans RUBLS) ou bien par un ou plusieurs clips connectant chacun plusieurs transistors de côté haut THS (comme pour les transistors de côté bas TLS). Par exemple, comme dans l'exemple illustré sur la [Fig.3], une partie des transistors de côté haut THS (par exemple, la moitié) est plaquée contre la portion P+1 du conducteur positif C+, tandis que l'autre partie des transistors de côté haut THS (par exemple, l'autre moitié) est plaquée contre la portion P+2 du conducteur positif C+.
- [0039] Afin de connecter le module de puissance 300, le conducteur positif C+ comporte en outre au moins une borne dite positive B+1, B+2, le conducteur négatif C- comporte en outre au moins une borne dite négative B-, et le conducteur alternatif C~ comporte au moins une borne dite alternative B~.
- [0040] Par exemple, comme dans l'exemple illustré, deux bornes positives B+1, B+2 sont prévues. Ces deux bornes positives B+1, B+2 sont respectivement connectées électriquement aux portions P+1, P+2 du conducteur positif C+. Pour cela le conducteur positif C+ comporte deux portions de liaison PL+1, PL+2 s'étendant vers l'arrière depuis respectivement les portions P+1, P+2. Ces portions de liaison PL+1, PL+2 contournent la portion P~2 du conducteur alternatif C~ par la droite et la gauche. Par exemple, comme dans l'exemple illustré, les portions de liaison PL+1, PL+2 sont planes et parallèles aux autres portions P-1, P~2, P+1, P+2, P~1, par exemple coplanaires avec ces dernières.
- [0041] Par exemple, comme dans l'exemple illustré, les bornes positives B+1, B+2 comportent respectivement des pattes de fixation respectivement rapportées sur les portions de liaison PL+1, PL+2, la borne négative B- comporte une patte de fixation rapportée sur la portion P-1 du conducteur négatif C-, et/ou la borne alternative B~ comporte une patte de fixation rapportée sur la portion P~1 du conducteur alternatif C~.
- [0042] Par exemple, le module de commande 300 comporte un substrat SUB portant les portions P-1, P~2, P+1, P+2, P~1, ainsi que les portions PL~, PL+1, PL+2 si présentes. Par exemple, le substrat SUB et les portions sont formées par un substrat à cuivre directement lié (de l'anglais « Direct Bonded Copper substrate » ou « DBC substrate ») ou bien un substrat à métal actif brasé (de l'anglais « Active Metal Brazed substrate » ou « AMB substrate »). Alternativement, les conducteurs C+, C-, C~ pourraient être formés avec un cadre conducteur rigide (de l'anglais « leadframe ») et ne pas nécessiter du substrat.
- [0043] En référence à la [Fig.4], le module de puissance 300 comporte en outre, entre les

premiers transistors TLS et les deuxièmes transistors THS, un circuit de commande CMD des transistors TLS, THS. Le module de puissance 300 comporte par exemple un substrat dit de commande SUB', par exemple plaqué contre la portion P~2 du conducteur alternatif C~, sur lequel le circuit de commande CMD s'étend. En particulier lorsque le substrat de commande SUB' comporte une céramique couche épaisse (de l'anglais « thick film ») ou une matière organique isolante de type circuit imprimé (de l'anglais « PCB »), ce substrat de commande SUB' est naturellement isolé et peut ainsi s'étendre sur une ou plusieurs portions voisines, par exemple la portion PL+1 et/ou PL+2.

[0044] Par exemple, comme dans l'exemple illustré, chacun des transistors de côté bas TLS et/ou des transistors de côté haut THS comporte une borne Kelvin KLS, KHS, par exemple une borne de source Kelvin. Dans ce cas, le circuit de commande CMD comporte par exemple une piste Kelvin de côté bas PKLS à laquelle toutes les bornes Kelvin des transistors de côté bas TLS sont connectées et/ou une piste Kelvin de côté haut PKHS à laquelle toutes les bornes Kelvin des transistors de côté haut THS sont connectées.

[0045] Toujours par exemple, comme dans l'exemple illustré, le circuit de commande CMD comporte une broche Kelvin de côté bas BKLS et une résistance RKLS connectée entre la piste Kelvin de côté bas PKLS et la broche Kelvin de côté bas et/ou le circuit de commande CMD comporte une broche Kelvin de côté haut BKHS et une résistance RKHS connectée entre la piste Kelvin de côté haut PKHS et la broche Kelvin de côté haut BKHS.

[0046] Toujours par exemple, comme dans l'exemple décrit, chacun des transistors de côté bas TLS comporte une borne de commande BCLS, par exemple une borne de grille, et le circuit de commande CMD comporte une broche de commande globale de côté bas BGLS et, pour chaque transistor de côté bas TLS, une résistance RCLS respective connectée entre sa borne de commande BCLS et la broche de commande globale de côté bas BGLS. De manière similaire, par exemple, chacun des transistors de côté haut THS comporte une borne de commande BCHS et le circuit de commande CMD comporte une broche de commande globale de côté haut BGHS et, pour chaque transistor de côté haut THS, une résistance RCHS respective connectée entre sa borne de commande BCLS et la broche de commande globale de côté haut BGHS.

[0047] Par ailleurs, tout ou partie des résistances RKLS, RKHS, RCSL, RCHS peut alors être des composants montés en surface du substrat de commande SUB' (de l'anglais « Surface Mounted Device » ou SMD). Alternativement, tout ou partie des résistances RKLS, RKHS, RCSL, RCHS peut alors être des composants directement imprimés sur le substrat de commande SUB' en céramique.

[0048] Les broches BKHS, BKLS, BGHS, BGLS se projettent par exemple vers le haut.

Ainsi, il peut être prévu que l'électronique de commande 208 s'étende au-dessus du circuit de commande CMD, avec par exemple un pilote de côté bas pour les transistors de côté bas TLS et un pilote de côté haut pour les transistors de côté haut THS. Alternativement, tout ou partie de l'électronique de commande pourrait faire partie du circuit de commande CMD, par exemple en étant intercalée entre les résistances RCLS, RCHS et les broches de commande BGLS, BGHS.

- [0049] En référence à la [Fig.5], un autre exemple de module de puissance 500 selon l'invention va à présent être décrit.
- [0050] Le module de puissance 500 est similaire avec le module de puissance 300, si ce n'est pour les différences qui vont être détaillées.
- [0051] Le conducteur positif C+ comporte une seule portion P+1 sur laquelle tous les transistors de côté haut THS sont plaqués. Pour relier ensemble les deux portions P~1, P~2 du conducteur alternatif C~, la partie de liaison PL~ passe au-dessus de la portion P+1 du conducteur positif C+.
- [0052] Par ailleurs, les portions de liaison PL+1, PL+2 passent au-dessus de la portion P~2 du conducteur alternatif C~ et de la portion P-1 du conducteur négatif C-. Cette solution permet à la portion P+1 de présenter une grande surface pour plaquer les transistors de côté haut THS.
- [0053] En outre, le conducteur positif C+ comporte par exemple une troisième portion de liaison PL+3 reliant les deux autres portions de liaison PL+1, PL+2.
- [0054] En conclusion, il apparaît clairement qu'un tel que celui décrit précédemment permet un placement central du circuit de commande, tout en gardant des connexions simples avec les transistors.
- [0055] On notera par ailleurs que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits précédemment. Il apparaîtra en effet à l'homme de l'art que diverses modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation décrits ci-dessus, à la lumière de l'enseignement qui vient de lui être divulgué.
- [0056] Dans la présentation détaillée de l'invention qui est faite précédemment, les termes utilisés ne doivent pas être interprétés comme limitant l'invention aux modes de réalisation exposés dans la présente description, mais doivent être interprétés pour y inclure tous les équivalents dont la prévision est à la portée de l'homme de l'art en appliquant ses connaissances générales à la mise en œuvre de l'enseignement qui vient de lui être divulgué.

Revendications

- [Revendication 1] Module de puissance (300 ; 500) caractérisé en ce qu'il comporte :
- un premier conducteur (C+) comportant une ou plusieurs portions (P+1 ; P+1, P+2) ;
 - un deuxième conducteur (C-) comportant une portion (P-1) ;
 - un troisième conducteur (C~) comportant des première et deuxième portions (P~1, P~2) ;
- les portions des conducteurs se succédant selon une première direction (D1) dans l'ordre : la portion (P-1) du deuxième conducteur (C-), la deuxième portion (P~2) du troisième conducteur (C~), la ou les portions (P+1 ; P+1, P+2) du premier conducteur (C+) et la première portion (P~1) du troisième conducteur (C~) ;
- un premier interrupteur formé de premiers transistors (TLS) alignés, les premiers transistors (TLS) étant plaqués contre la deuxième portion (P~2) du troisième conducteur (C~) et connectés électriquement à la portion (P-1) du deuxième conducteur (C-) ;
 - un deuxième interrupteur formé de deuxièmes transistors (THS) alignés, les deuxièmes transistors (THS) étant plaqués contre la ou les portions (P+1) du premier conducteur (C+) et connectés électriquement à la première portion (P~1) du troisième conducteur (C~) ; et
 - entre les premiers transistors (TLS) et les deuxièmes transistors (THS), un circuit de commande (CMD) des transistors (TLS, THS).
- [Revendication 2] Module de puissance (300 ; 500) selon la revendication 1, dans lequel les portions des conducteurs (C+, C-, C~) sont planes.
- [Revendication 3] Module de puissance (300 ; 500) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les portions planes s'étendent parallèlement les unes aux autres.
- [Revendication 4] Module de puissance (300) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le premier conducteur (C+) comporte des première et deuxième portions planes (P+1, P+2), une partie des deuxièmes transistors (THS) étant plaquée contre la première portion plane (P+1) du premier conducteur (C+) et le reste des deuxièmes transistors (THS)

étant plaqué contre la deuxième portion plane (P+2) du premier conducteur (C+), et dans lequel le troisième conducteur (C~) comporte une portion de liaison (PL~) reliant les première et deuxième portions planes (P~1, P~2) en passant entre les première et deuxième portion planes (P+1, P+2) du premier conducteur (C+).

[Revendication 5]

Module de puissance (300) selon la revendication 4, dans lequel une moitié des deuxièmes transistors (THS) est plaquée contre la première portion plane (P+1) du premier conducteur (C+) et l'autre moitié des deuxièmes transistors (THS) est plaquée contre la deuxième portion plane (P+2) du premier conducteur (C+).

[Revendication 6]

Module de puissance (500) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les deuxièmes transistors (THS) sont plaqués contre la portion plane (P+1) du premier conducteur (P+) et dans lequel le troisième conducteur (C~) comporte une portion de liaison (PL~) reliant les première et deuxième portions planes (P~1, P~2) en passant au-dessus de la portion plane (P+1) du premier conducteur (C+).

[Revendication 7]

Module de puissance (300) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le premier conducteur (C+) comporte au moins une première borne (B+1, B+2) située avant la portion plane (P-1) du deuxième conducteur (C-) selon la première direction (D1) et, pour chaque première borne (B+1, B+2), une portion de liaison (PL+1, PL+2) reliant la portion plane (P+1) à la première borne (B+1, B+2) considérée en passant à côté de la deuxième portion plane (P~2) du troisième conducteur (C~) et de la portion plane (P-1) du deuxième conducteur (C-).

[Revendication 8]

Module de puissance (500) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le premier conducteur (C+) comporte au moins une première borne (B+1, B+2) située avant la portion plane (P-1) du deuxième conducteur (C-) selon la première direction (D1) et, pour chaque première borne (B+1, B+2), une portion de liaison (PL+1, PL+2) reliant la portion plane (P+1) à la première borne (B+1, B+2) considérée en passant au-dessus de la deuxième portion plane (P~2) du troisième conducteur (C~) et de la portion plane (P-1) du deuxième conducteur (C-).

[Revendication 9]

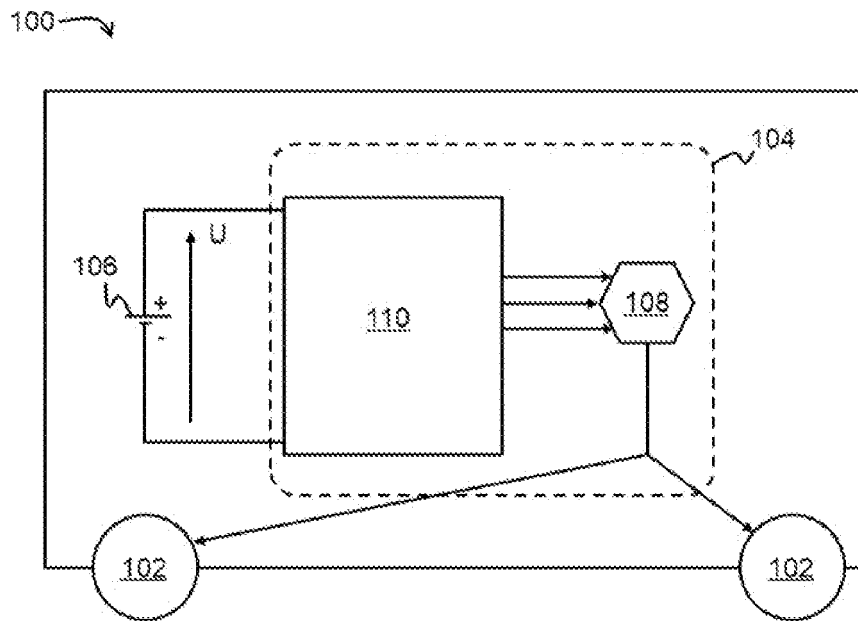
Module de puissance (300 ; 500) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comportant des premières connexions (RUBLS) connectant électriquement respectivement les premiers transistors (TLS) à la portion plane (P-1) du deuxième conducteur (C-), ces premières

connexions (RUBLS) étant identiques et s'étendant parallèlement les unes autres et/ou comportant des deuxièmes connexions (RUBHS) connectant électriquement respectivement les deuxièmes transistors (THS) à la portion plane (P~) du troisième conducteur (C~), ces deuxièmes connexions (RUBHS) étant identiques et s'étendant parallèlement les unes autres.

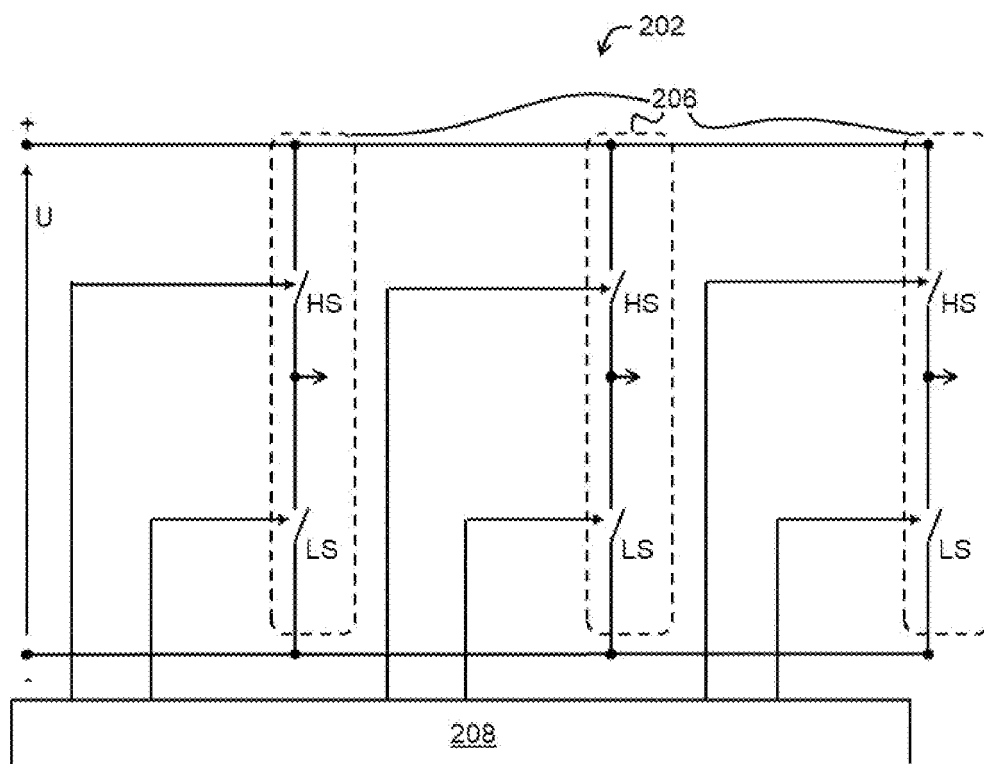
- [Revendication 10] Module de puissance (300 ; 500) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel chacun des premiers transistors (TLS) comporte une borne Kelvin et dans lequel le circuit de commande (CMD) comporte une première piste Kelvin (PKLS) à laquelle toutes les bornes Kelvin des premiers transistors (TLS) sont connectées et/ou dans lequel chacun des deuxièmes transistors (THS) comporte une borne Kelvin et dans lequel le circuit de commande (CMD) comporte une deuxième piste Kelvin (PKHS) à laquelle toutes les bornes Kelvin des deuxièmes transistors (THS) sont connectées.
- [Revendication 11] Module de puissance (300 ; 500) selon la revendication 10, dans lequel le circuit de commande (CMD) comporte une première broche Kelvin (BKLS) et une résistance (RKLS) connectée entre la première piste Kelvin (PKLS) et la première broche Kelvin (BKLS) et/ou une deuxième broche Kelvin (BKHS) et une résistance (RKHS) connectée entre la deuxième piste Kelvin (PKHS) et la deuxième broche Kelvin (BKHS).
- [Revendication 12] Module de puissance (300 ; 500) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel chacun des premiers transistors (TLS) comporte une borne de commande et dans lequel le circuit de commande (CMD) comporte une première broche de commande globale (BCLS) et, pour chaque borne de commande des premiers transistors (TLS), une résistance (RCLS) respective connectée entre la borne de commande considérée et la première broche de commande globale (BCLS) et/ou dans lequel chacun des deuxièmes transistors (THS) comporte une borne de commande et dans lequel le circuit de commande (CMD) comporte une deuxième broche de commande globale (BCHS) et, pour chaque borne de commande des deuxièmes transistors (THS), une résistance (RCHS) respective connectée entre la borne de commande considérée et la deuxième broche de commande globale (BCHS).
- [Revendication 13] Module de puissance (300 ; 500) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, comportant un substrat dit de commande (SUB'), par

[Revendication 14] exemple plaqué contre la deuxième portion (P~2) du troisième conducteur (P~), sur lequel le circuit de commande (CMD) s'étend. Module de puissance (300 ; 500) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel le circuit de commande (CMD) comporte de l'électronique de commande, comme par exemple un pilote des transistors de côté haut (THS) et/ou un pilote des transistors de côté bas (TLS).

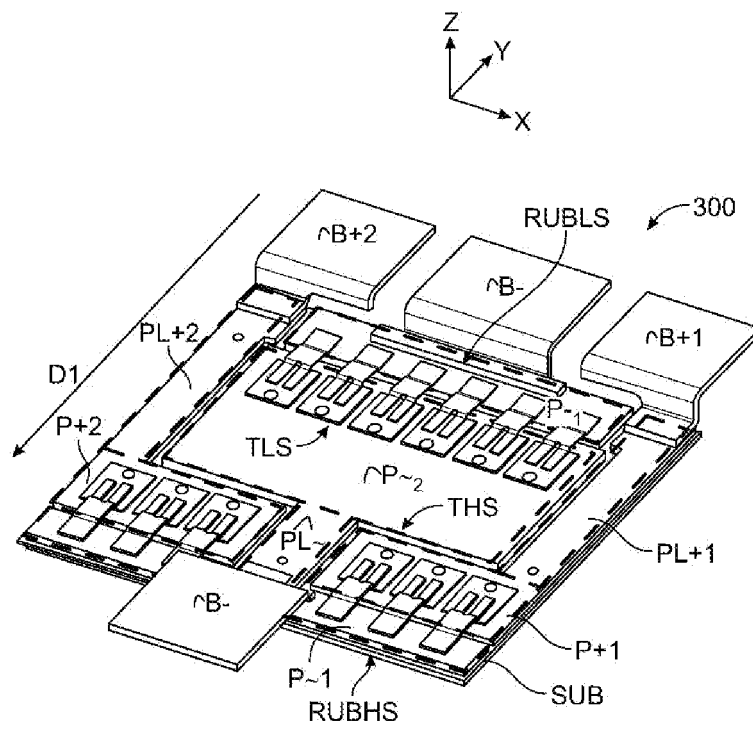
[Fig. 1]



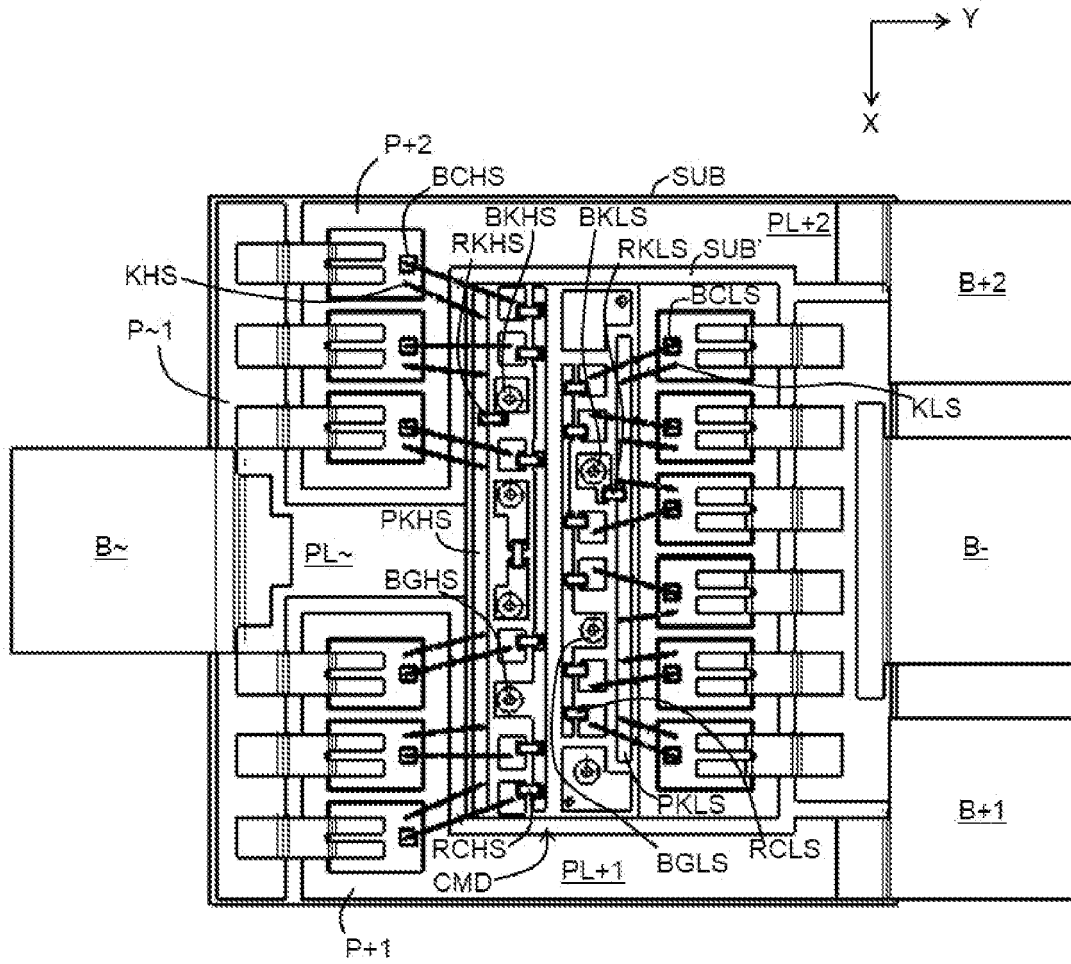
[Fig. 2]



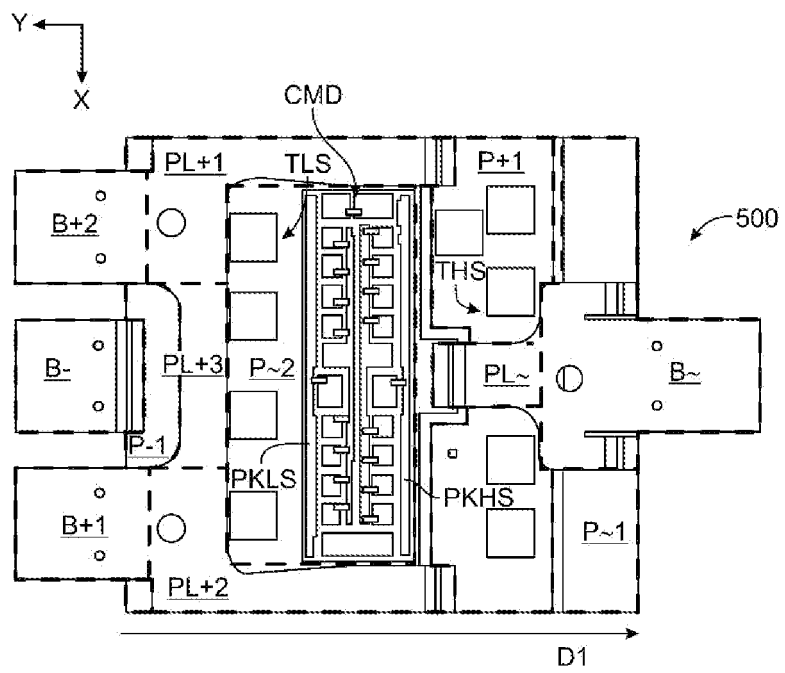
[Fig. 3]



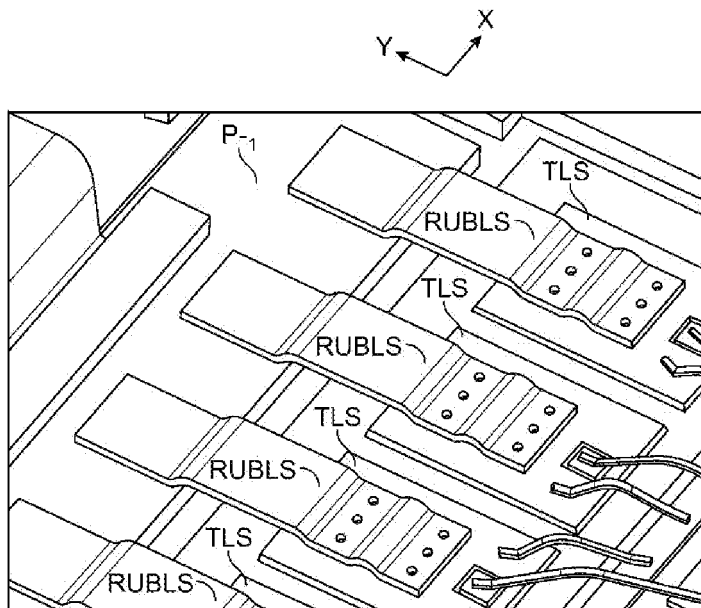
[Fig. 4]



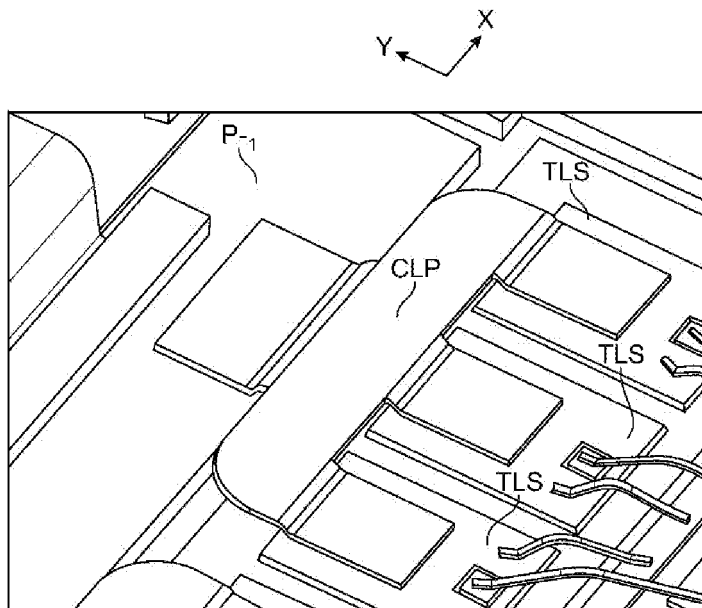
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**
N° d'enregistrement
national
 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche

FA 918650
FR 2303208

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		
X	CN 113 380 774 A (SEMIKRON ELEKTORNIK GMBH & CO KG) 10 septembre 2021 (2021-09-10) * corresponding portion of the machine translation; figure 2 *	1-3, 9-14	H02M 1/00 H02M 1/14 H02M 1/32 H03K 17/16 H05K 7/02
X	US 2018/183321 A1 (CYR JEAN-MARC [CA] ET AL) 28 juin 2018 (2018-06-28) * alinéa [0020]; figure 4 *	1-3, 6, 7, 9-14	
A	US 2022/263425 A1 (HAKUTO TAKUMA [JP] ET AL) 18 août 2022 (2022-08-18) * alinéa [0024] - alinéa [0030]; figures 4, 11 * * alinéa [0049] *	1	
A	WO 2022/017789 A1 (DANFOSS SILICON POWER GMBH [DE]) 27 janvier 2022 (2022-01-27) * page 8, ligne 11 - page 9, ligne 5; figures 1, 3, 6 *	1, 13, 14	
X	EP 2 590 309 A1 (HITACHI LTD [JP]) 8 mai 2013 (2013-05-08) * alinéa [0021] - alinéa [0045]; figures 1, 8 *	1-6, 8-14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H01L H02M
A	US 2021/280550 A1 (KATO RYOICHI [JP] ET AL) 9 septembre 2021 (2021-09-09) * alinéa [0044]; figures 1, 7 *	9	
A	WO 2020/146204 A1 (CREE FAYETTEVILLE INC [US]) 16 juillet 2020 (2020-07-16) * alinéa [0143]; figure 19 *	10-12	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 novembre 2023		Hirsch, Alexander	
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 2303208 FA 918650**

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 **21-11-2023**
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 113380774 A	10-09-2021	CN 113380774 A	10-09-2021
		DE 102020106406 A1	16-09-2021

US 2018183321 A1	28-06-2018	CA 2989672 A1	29-12-2016
		CN 107851661 A	27-03-2018
		EP 3314656 A1	02-05-2018
		HK 1252919 A1	06-06-2019
		JP 2018520625 A	26-07-2018
		KR 20180019610 A	26-02-2018
		US 2018183321 A1	28-06-2018
		WO 2016205929 A1	29-12-2016

US 2022263425 A1	18-08-2022	CN 114144965 A	04-03-2022
		DE 112020003000 T5	10-03-2022
		JP 7142784 B2	27-09-2022
		JP WO2021015050 A1	28-01-2021
		US 2022263425 A1	18-08-2022
		WO 2021015050 A1	28-01-2021

WO 2022017789 A1	27-01-2022	CN 116134716 A	16-05-2023
		DE 102020119169 A1	27-01-2022
		US 2023253891 A1	10-08-2023
		WO 2022017789 A1	27-01-2022

EP 2590309 A1	08-05-2013	EP 2590309 A1	08-05-2013
		JP 5707302 B2	30-04-2015
		JP 2013098425 A	20-05-2013

US 2021280550 A1	09-09-2021	JP 2021141222 A	16-09-2021
		US 2021280550 A1	09-09-2021

WO 2020146204 A1	16-07-2020	BR 112021013650 A2	14-09-2021
		CN 113767563 A	07-12-2021
		EP 3909124 A1	17-11-2021
		JP 2022508473 A	19-01-2022
		JP 2023029342 A	03-03-2023
		KR 20210136987 A	17-11-2021
		KR 20230125332 A	29-08-2023
		WO 2020146204 A1	16-07-2020
