

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

22 Date de dépôt : 28.03.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 29.09.23 Bulletin 23/39.

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) : LETHIGUEL SAS — FR.

72 Inventeur(s) : LEVACHER Guillaume et JIMENEZ
Matthias.

73 Titulaire(s) : LETHIGUEL SAS.

74 Mandataire(s) : IXAS CONSEIL.

54 Dispositif pour le contrôle de la température locale d'une pièce en magnésium lors de sa fabrication par moulage, et procédé utilisant ce dispositif.

57 Procédé de moulage de pièces en magnésium ou al-
liage de magnésium dans un moule métallique permanent,
dans lequel, successivement et de manière cyclique, (i) on
injecte une quantité de métal liquide, qui peut être du ma-
gnésium liquide ou un alliage de magnésium liquide, dans
un moule permanent, (ii) on laisse solidifier ledit métal liquide
pour obtenir une pièce en magnésium ou alliage d'alumi-
nium, (iii) et on enlève ladite pièce,

ledit procédé étant caractérisé en ce que :

- ledit moule comporte au moins une zone refroidie par
un conduit dans lequel est injecté une quantité de liquide qui
s'évapore en contact avec la paroi chaude dudit conduit ;

- au moins une fois au cours de l'étape (ii) on injecte,
avec une pression PL, une quantité de liquide dans ledit
conduit, de manière à ce que ledit liquide puisse s'évaporer
au moins en partie, pour refroidir localement la paroi du
moule ;

- après l'étape (iii) et avant l'étape (i) du cycle suivant, on
injecte dans le même conduit une quantité de gaz, avec une
pression PG, et on vérifie la présence d'une fuite dans ledit
conduit ;

sachant que ledit gaz est un gaz inert par rapport audit
métal liquide.



Description

Titre de l'invention : Dispositif pour le contrôle de la température locale d'une pièce en magnésium lors de sa fabrication par moulage, et procédé utilisant ce dispositif

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention relève du domaine de la fonderie, et plus précisément du domaine de la fabrication de pièces en magnésium ou alliage de magnésium par coulée de métal à l'état de fusion dans un moule permanent. Plus précisément, l'invention concerne un dispositif et procédé permettant de contrôler la température locale du moule lors de l'introduction et du refroidissement du magnésium ou alliage de magnésium liquide dans un moule métallique. L'invention porte en particulier sur un nouveau procédé de fabrication de pièces en magnésium ou alliage de magnésium par moulage qui permet le contrôle de la température locale de la matière introduite dans le moule. L'invention s'applique notamment au moulage par injection, à haute pression ou à basse pression, et au moulage par gravité.

Etat de la technique

[0002] Le moulage est une technique métallurgique de mise en forme très ancienne. Aujourd'hui le procédé de moulage par injection dans un moule permanent est largement utilisé pour fabriquer des pièces de forme complexe en grande série. On produit ainsi par moulage en moules métalliques des pièces en divers alliages légers destinées au secteur de l'automobile, tel que des culasses et des carters ; on produit également des pièces de forme complexes pour l'industrie aéronautique et pour le génie mécanique, telles que des pièces de structure, des échangeurs de chaleur, des pièces de raccord mécanique ou fluide. En dehors des alliages dits légers (aluminium, aluminium-silicium, magnésium) les alliages mis en forme par moulage par injection sont notamment des alliages de cuivre et des alliages de zinc (tel que la famille d'alliages de zinc connue sous le nom de zamak). Dans le domaine des métaux ferreux on connaît notamment le moulage de la fonte.

[0003] Les moules permanents présentent en règle générale au moins deux parties, appelées coquilles, qui, en se fermant l'une sur l'autre, définissent la forme externe de la pièce moulée ; elles peuvent comprendre des noyaux pour former des orifices ou des dépressions dans la pièce. L'épaisseur de paroi des pièces moulées complexes peut varier de manière significative d'un endroit à l'autre. Puisque la chaleur latente de solidification est extraite par le moule, cela implique une variation de la vitesse de refroidissement d'un volume de métal coulé en fonction de son éloignement de la paroi la plus proche du moule. La vitesse de refroidissement influe sur la structure métal-

lurgique au sein de la pièce moulée, à la fois sur la macroségrégation, sur la microségrégation et sur la précipitation. Il s'ensuit que les caractéristiques mécaniques du matériau de la pièce moulée peuvent varier d'un endroit à l'autre, en fonction de la vitesse de refroidissement locale. Cet effet est typiquement faible pour des pièces moulées de petite taille, mais il peut devenir significatif pour des pièces de grande taille ; la conséquence est le concepteur de la pièce ne peut pas tirer pleinement profit des possibilités de l'alliage avec lequel il conçoit la pièce moulée, car il doit prendre en compte l'endroit le plus faible de la pièce. Cette situation complique également la modélisation des pièces moulées lors de leur conception. Et enfin, cela augmente le risque d'apparition de défauts dans des zones critiques de la pièce : ces défauts peuvent notamment être des retassures ou des porosités.

[0004] La manipulation et la coulée de métal liquide présentent de nombreux risques. Ces risques sont liés à la température, au caractère liquide du métal, et possiblement à sa réactivité chimique. D'une manière générale, le contact d'un métal chaud en fusion avec l'eau peut conduire à des phénomènes violents d'évaporation, en l'absence de toute réactivité chimique entre l'eau et le métal. Ce contact peut aussi engendrer un risque d'explosion si le métal liquide peut réagir avec l'eau ; ce double risque est connu notamment de la fonderie de l'aluminium. Parmi les métaux légers, le magnésium présente la caractéristique d'être un métal combustible, et cela même à l'état massif : non seulement il peut réagir violemment avec l'eau, l'humidité et l'oxygène de l'air à l'état liquide, mais encore il peut brûler à l'état solide en cas d'incendie, en développant une lumière blanche et une fumée blanche très intenses ; en présence d'humidité un feu de magnésium est particulièrement violent. Les équipements et procédés mis en oeuvre dans une fonderie du magnésium doivent garantir que cela ne puisse pas se produire. Pour cette raison, on minimise dans une fonderie de magnésium l'utilisation d'eau (ou d'autres liquides réactifs) et la présence de conduits d'eau, à quelle fin que ce soit.

[0005] Il y a également lieu de protéger le magnésium liquide ou chaud contre tout contact avec l'air car contrairement à l'aluminium, le magnésium ne forme pas une peau d'oxyde impénétrable pour l'oxygène. Ainsi, le magnésium liquide réagit avec l'air, alors que la peau d'oxyde qui se forme sur l'aluminium liquide est stable. Si l'homme du métier du moulage de l'aluminium connaît depuis des décennies des techniques de refroidissement local (appelé aussi « refroidissement dirigé ») d'un moule, qui sont basées sur l'utilisation de parois localement refroidies et/ou d'inserts refroidis, ces techniques ne sont pas utilisées en fonderie de magnésium. Il y a essentiellement deux raisons pour cela : jusqu'il y a une ou deux décennies, les pièces moulées en magnésium n'avaient pas atteint une taille qui exige réellement l'utilisation de ces techniques (même si l'indisponibilité de ces techniques de refroidissement dirigé a pu

engendrer des contraintes pour la conception de pièces moulées en magnésium même de taille faible ou moyenne), et par ailleurs, ces techniques de refroidissement dirigé utilisent en règle générale un liquide caloporteur qui risque de réagir violemment avec le magnésium en cas de contact accidentel.

[0006] Un premier problème que la présente invention cherche à résoudre est de faire progresser la technologie de moulage du magnésium pour faciliter la production de pièces de grande dimension et/ou présentant une forte variation de l'épaisseur, avec des caractéristiques mécaniques homogènes. Un autre problème est de rendre possible le refroidissement dirigé en fonderie de magnésium, dans des conditions de sécurité optimales, et d'en tirer un profit maximal pour optimiser les procédés de moulage existants.

Objets de l'invention

[0007] Selon l'invention, le problème, qui se pose dans un procédé de moulage de pièces en magnésium ou alliage de magnésium dans un moule métallique permanent, dans lequel, successivement et de manière cyclique, (i) on injecte une quantité de métal liquide, qui peut être du magnésium liquide ou un alliage de magnésium liquide, dans un moule permanent, (ii) on laisse solidifier ledit métal liquide pour obtenir une pièce en magnésium ou alliage de magnésium, (iii) et on enlève ladite pièce, est résolu par la combinaison des caractéristiques techniques suivantes :

[0008] - ledit moule comporte au moins une zone refroidie par un conduit dans lequel est injecté une quantité de liquide qui s'évapore en contact avec la paroi chaude dudit conduit ;

[0009] - au moins une fois au cours de l'étape (ii) on injecte, avec une pression P_L , une quantité de liquide dans ledit conduit, de manière à ce que ledit liquide puisse s'évaporer au moins en partie, pour refroidir localement la paroi du moule ;

[0010] - après l'étape (iii) et avant l'étape (i) du cycle suivant, dans une étape appelée « épreuve de pression », on injecte dans le même conduit une quantité de gaz, avec une pression P_G , et on vérifie la présence d'une fuite dans ledit conduit ; sachant que ledit gaz est un gaz inert par rapport audit métal liquide.

[0011] Dans des modes de réalisation particuliers de ce procédé, qui peuvent être combinés entre eux :

- [0012] – on vérifie la présence d'une fuite en détectant la décroissance de cette pression lorsque l'on ferme ledit conduit ;
- lorsque l'on détecte une fuite dans ledit conduit on arrête immédiatement la poursuite du procédé ;
- avant de procéder à l'épreuve de pression, dans une étape appelée « purge », on purge ledit conduit avec un gaz inert injecté avec une pression P_P , ou on met ledit conduit sous vide, afin de débarrasser ledit conduit de la vapeur

- dudit liquide ;
- ledit conduit dans lequel est injecté ledit liquide est aménagé dans un noyau métallique en contact thermique avec ledit moule, notamment sous la forme d'un canal rectiligne ou d'un canal hélicoïdal.

Description détaillée

- [0013] Dans la présente description, le terme « magnésium » englobe les alliages de magnésium.
- [0014] Le refroidissement localisé d'une pièce moulée après l'introduction du métal liquide dans le moule est connu de la fonderie de l'aluminium ; cela est décrit dans Aluminium-Taschenbuch, 14^{ème} édition, Düsseldorf 1983, p. 419. Selon cette technique, un noyau de moule est formé par un corps tubulaire borgne (appelé aussi « doigt de refroidissement » ou plus couramment « core pin ») présentant un conduit pour un fluide. Ledit corps tubulaire est refroidi de l'intérieur par l'évaporation d'une quantité d'eau injectée dans ledit conduit ; ce procédé est connu sous le terme « jet cooling ». Différentes variantes de dispositifs de ce type sont décrits par exemple dans les documents JP 2008 073 722, JP 4 509 684 et WO 03/037547 de la société Ahresty.
- [0015] La demanderesse commercialise des dispositifs de refroidissement par jet pouvant être branchés sur une machine de fonderie comportant des doigts de refroidissement, pour mettre en oeuvre un procédé de coulée comportant, pour chaque cycle de coulée, un procédé de refroidissement cyclique à trois étapes. Dans ce procédé de refroidissement cyclique, on injecte d'abord à travers une première entrée une quantité d'eau dans le corps tubulaire ; dans une deuxième étape, cette eau s'évapore au moins en partie (et c'est surtout l'enthalpie d'évaporation qui provoque le refroidissement), et la vapeur d'eau est chassée ensuite, dans une troisième étape, par un jet d'air injecté à travers une deuxième entrée. Ce cycle de refroidissement, qui est exécuté lorsque le moule est fermé et le métal liquide à solidifier a été injecté dans ledit moule, peut être répété plusieurs fois pour chaque cycle de moulage. Le terme « cycle de moulage » tel qu'utilisé ici désigne le cycle complet du moulage d'une pièce, qui débute avec la fermeture du moule vide, comprend l'injection du métal liquide à solidifier dans le moule, l'ouverture du moule, l'enlèvement de la pièce moulée, et se termine typiquement avec la préparation des surfaces internes du moule, par exemple un dépoussiérage à l'air comprimé et la vaporisation d'un produit anti-adhésif (poteyage).
- [0016] Le doigt de refroidissement est en alliage métallique qui résiste au contact avec le matériau fondu. Sa durée de vie est cependant limitée, à cause, d'une part, de la réactivité du métal liquide, et, d'autre part, des contraintes thermomécaniques. Compte tenu du risque de percement du doigt de refroidissement par l'usure, on vérifie après chaque cycle de moulage l'étanchéité du système ; c'est l'une des fonctions du jet

d'air. Cet essai d'étanchéité est appelé ici « épreuve de pression ». L'autre fonction du jet d'air est de chasser toute trace d'eau du corps tubulaire en fin du cycle de moulage, avant l'arrivée du métal liquide dans le moule, compte tenu du risque d'explosion en cas de contact direct entre l'eau et le métal liquide. Cette opération est appelée ici « purge ». Typiquement, l'épreuve de pression est effectuée après la purge du corps tubulaire.

- [0017] Cette technique ne peut être transposée directement à la fonderie de magnésium, car le risque d'explosion de magnésium liquide en contact avec des traces d'eau ou de vapeur d'eau est encore plus grand que dans le cas de la fonderie d'aluminium ; par ailleurs, contrairement à l'aluminium, le magnésium solide est également combustible en cas d'incendie, ce qui potentialise le risque. Pour cette raison, jusqu'à maintenant il n'a pas été envisagé à présent d'utiliser la technique du jet cooling dans la fonderie du magnésium.
- [0018] La demanderesse a trouvé que l'utilisation d'eau comme fluide caloporteur est en principe compatible avec l'utilisation de la technique du jet cooling en fonderie du magnésium, mais à condition de prévenir tout risque de contact entre l'eau et le magnésium, et également entre l'oxygène et le magnésium. Ainsi, elle a apporté deux modifications à la technique du jet cooling connue de la fonderie de l'aluminium.
- [0019] Selon un aspect essentiel de l'invention, l'épreuve de pression est effectuée avec un fluide qui doit être inerte par rapport au magnésium liquide. Ce fluide doit présenter une viscosité significativement plus petite à celle de l'eau ; on utilise donc un gaz. Cette épreuve de pression vise à détecter un défaut d'étanchéité dans le doigt de refroidissement à un stade très précoce (par exemple à un stade de porosité où le défaut d'étanchéité conduit bien à une chute mesurable de la pression d'un gaz, mais ne conduirait pas encore à une fuite d'eau, même à une pression d'injection d'eau supérieure à celle du gaz lors de l'épreuve de pression, compte tenu de la différence de viscosité entre ces deux fluides).
- [0020] Une autre finalité de cette épreuve de pression est, dans un cas extrême, de provoquer la rupture d'un doigt de refroidissement dégradé mais encore étanche à la pression du gaz de purge ou du liquide lors de l'injection d'eau. L'objectif global étant d'éviter la rupture lors de l'étape d'injection d'eau ou lors de l'étape de la purge de la vapeur d'eau, on préfère provoquer la rupture du conduit lors de l'épreuve de pression, c'est-à-dire à un moment où cela n'engendre pas d'explosion, que de subir cette rupture à un moment où ses conséquences seront graves.
- [0021] Plus précisément, lors de l'épreuve de pression, on injecte dans le même conduit que celui qui est utilisé pour injecter le liquide, une quantité de gaz inert avec une pression P_G , et on vérifie la présence d'une fuite dans ledit conduit en détectant une éventuelle chute de pression après l'injection.

- [0022] Ledit fluide inert utilisé pour l'épreuve de pression peut être tout fluide gazeux qui ne réagit pas avec le magnésium liquide. A cette fin il doit être exempt de traces d'humidité et d'oxygène. Il peut s'agir en premier lieu d'un gaz noble, de préférence de l'argon. On peut également utiliser le SF_6 (qui est déjà utilisé comme gaz inerte en fonderie de magnésium pour protéger la surface du métal liquide, mais qui est susceptible de poser des problèmes écologiques). On peut également utiliser le SO_2 (qui est également utilisé en fonderie du magnésium, pour remplacer le SF_6 , mais qui est susceptible de poser des problèmes de sécurité pour les travailleurs) ; il peut être utilisé pur ou en mélange avec l'azote ou l'argon. On peut également utiliser le CO_2 ou le CO (ce dernier n'étant pas préféré à cause de sa toxicité), purs ou en mélange avec l'azote ou l'argon. On peut également utiliser l'azote. On peut utiliser des mélanges de ces fluides. Ces mélanges peuvent contenir de l'hydrogène, de préférence pas plus que 10 % volumiques.
- [0023] Parmi tous ces fluides on préfère l'argon.
- [0024] La demanderesse a trouvé que le contact direct entre les gaz indiqués (par exemple l'argone) et le magnésium liquide ne conduit pas à des réactions chimiques laissant présager le risque de situations dangereuses ; en particulier, la purge du conduit, qui contient d'abord de l'eau liquide puis de la vapeur d'eau, par le gaz de purge peut être totale, de manière à ce qu'en cas de perçage du conduit lors de l'épreuve de pression, qui vise à mettre hors état de nuire un conduit dont la paroi est devenue fragile, la pénétration du gaz utilisé pour l'épreuve de pression dans le moule n'engendre pas de risque en contact avec d'éventuels restes de métal liquide ou solide dans le moule ou à proximité du moule. Il convient de noter que l'épreuve de pression est toujours effectuée lorsque le moule est vide de tout métal, c'est-à-dire en fin de cycle de moulage après l'enlèvement de la pièce solidifiée (autrement dit avant le remplissage du moule par le métal liquide lors du cycle de moulage suivant).
- [0025] Le gaz de purge peut être de l'air. Alternativement ou au préalable, on peut appliquer un vide au circuit de refroidissement comprenant le corps tubulaire. Le gaz de purge peut être un gaz inert vis-à-vis du magnésium liquide, par exemple de l'azote. Il peut être le même gaz que celui utilisé pour l'épreuve de pression, ou il peut être un gaz différent.
- [0026] Selon un mode de réalisation avantageux de l'invention, l'épreuve de pression se fait à une pression P_G au moins égale à, et de préférence supérieure, à la pression P_P utilisée pour l'injection de gaz de purge lors de l'étape de purge de la vapeur d'eau, et/ou à une pression au moins égale à, et de préférence supérieure, à la pression P_L utilisée pour l'injection de liquide lors de l'étape de refroidissement. La condition $P_G > P_P$ est plus importante, car les fluides utilisés pour l'épreuve de pression (pression P_P) et pour la purge (pression P_P) sont des gaz, alors que le liquide injecté lors de l'étape de refroi-

dissement à une pression P_p est un liquide dont la viscosité est plus grande que celle des gaz.

- [0027] A titre d'exemple, P_p peut être de l'ordre de 2 à 8 bars, et de préférence de l'ordre de 2 à 7 bars ; on utilise typiquement une pression d'air de 6 bar, qui peut être obtenue en appliquant un limiteur de pression réglé à 6 bar à un réseau de distribution d'air comprimé distribuant une pression de 7 bar. Si l'on utilise un gaz inert, ce dernier sera typiquement fourni par un réservoir mobile prévu pour fournir une pression supérieure à 6 bar, par exemple 20 bars. Même dans ce cas, une pression P_p comprise entre 2 à 8 bars (de préférence entre 2 bar et 7 bar) convient : pour limiter la consommation de gaz inerte on n'a pas besoin d'aller au-delà de cette pression.
- [0028] La pression P_G peut être également de l'ordre de 2 à 8 bars, et elle est de préférence comprise entre 4 bar et 7 bar. Dans un mode de réalisation avantageux, $P_G > x P_p$. De préférence, $x > 1,05$, et de préférence $x > 1,2$, et encore plus préférentiellement $x > 1,3$, et de manière la plus préférée $x > 1,4$. Dans un autre mode de réalisation, qui peut être combiné avec le précédent, $P_G > y P_L$, où $y > 1,05$.
- [0029] Cette méthode permet de couler des pièces complexes et/ou de grande taille en magnésium et alliages de magnésium, tout en bénéficiant des avantages du refroidissement localisé pour les endroits qui nécessitent un contrôle particulier de la micro-structure de solidification. Cela permet de tirer un avantage maximal des possibilités intrinsèques d'un alliage donné.
- [0030] Ledit noyau peut être un doigt de refroidissement, et dans ce cas de manière avantageuse il présente une forme rectiligne. Si le noyau est épais, il peut être avantageux de prévoir un conduit de forme hélicoïdale qui longe au moins une partie de la paroi au-dessous de sa surface externe ; cela permet une meilleure homogénéité thermique de la surface externe du noyau. De tels noyaux épais présentant un conduit de forme hélicoïdale sont connus en tant que tels de la fonderie d'aluminium ; ils sont fabriqués en deux ou plusieurs pièces (dont une avec usinage d'un canal hélicoïdal ouvert) et assemblés par la suite.
- [0031] Ledit noyau peut être en contact direct avec le métal liquide.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de moulage de pièces en magnésium ou alliage de magnésium dans un moule métallique permanent, dans lequel, successivement et de manière cyclique, (i) on injecte une quantité de métal liquide, qui peut être du magnésium liquide ou un alliage de magnésium liquide, dans un moule permanent, (ii) on laisse solidifier ledit métal liquide pour obtenir une pièce en magnésium ou alliage de magnésium, (iii) et on enlève ladite pièce,
- ledit procédé étant caractérisé en ce que :
- ledit moule comporte au moins une zone refroidie par un conduit dans lequel est injecté une quantité de liquide qui s'évapore en contact avec la paroi chaude dudit conduit ;
 - au moins une fois au cours de l'étape (ii) on injecte, avec une pression P_L , une quantité de liquide dans ledit conduit, de manière à ce que ledit liquide puisse s'évaporer au moins en partie, pour refroidir localement la paroi du moule ;
 - après l'étape (iii) et avant l'étape (i) du cycle suivant, dans une étape appelée « épreuve de pression », on injecte dans le même conduit une quantité de gaz, avec une pression P_G , et on vérifie la présence d'une fuite dans ledit conduit ;
- sachant que ledit gaz est un gaz inert par rapport audit métal liquide.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit gaz inert est sélectionné de préférence dans le groupe formé par : un gaz noble et de préférence l'argon, l'azote, le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone, l'hexafluorure de soufre, le dioxyde de soufre, un mélange de deux ou plusieurs de ces gaz, ledit mélange contenant possiblement de l'hydrogène.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel on vérifie la présence d'une fuite en détectant la décroissance de cette pression lorsque l'on ferme ledit conduit.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel, lorsque l'on détecte une fuite dans ledit conduit on arrête immédiatement la poursuite du procédé.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel, avant de procéder à l'épreuve de pression, dans une étape appelée « purge » on purge ledit conduit avec un gaz inert injecté avec une pression P_P , ou on met ledit conduit sous vide, afin de débarrasser ledit

conduit de la vapeur dudit liquide.

- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel $P_G > x P_P$, où $x > 1,05$, et de préférence $x > 1,2$, et encore plus préférentiellement $x > 1,3$, et de manière la plus préférée $x > 1,4$.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel $P_G > y P_L$, où $y > 1,05$.
- [Revendication 8] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel ledit conduit dans lequel est injecté ledit liquide est aménagé dans un noyau métallique en contact thermique avec ledit moule, notamment sous la forme d'un canal rectiligne ou d'un canal hélicoïdal.
- [Revendication 9] Procédé selon la revendication 8, dans lequel ledit noyau métallique a la forme d'un doigt.
- [Revendication 10] Procédé selon la revendication 8 ou 9, dans lequel ledit noyau est en contact direct avec le métal liquide.

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 907544
FR 2202729

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	US 2013/174648 A1 (WARD GARY C [US]) 11 juillet 2013 (2013-07-11) * abrégé; revendications 1-13; figures 1-2 * * alinéas [0003] - [0006], [0008], [0009], [0015] - [0034] * -----	1-10	B22D21/04 B22D46/00 B22D27/04
X	US 4 729 419 A (NAKAMURA SHIRO [JP] ET AL) 8 mars 1988 (1988-03-08) * abrégé; revendications 1-6; figures 1-7 * * colonne 4 * -----	1-10	
X	KR 102 191 507 B1 (KOREA INST IND TECH [KR]) 15 décembre 2020 (2020-12-15) * abrégé; revendications 1-13; figures 1-9 * * alinéas [0028], [0031], [0044], [0064], [0067], [0068] * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B22C B22D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 novembre 2022		Mikloweit, 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 2202729 FA 907544**

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 **21-11-2022**
 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
US 2013174648 A1		11-07-2013	CN 103192060 A	10-07-2013
			DE 102013200042 A1	11-07-2013
			US 2013174648 A1	11-07-2013

US 4729419 A		08-03-1988	CA 1284014 C	14-05-1991
			CN 86107495 A	08-07-1987
			JP S6332536 B2	30-06-1988
			JP S62144850 A	29-06-1987
			KR 880004877 A	27-06-1988
			US 4729419 A	08-03-1988
			US 4785871 A	22-11-1988

KR 102191507 B1		15-12-2020	AUCUN	
