(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
09 janvier 2020 (09.01.2020)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/008141 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B22C 9/06 (2006.01) *B29C 45/73* (2006.01)
B22D 17/22 (2006.01) *B22D 17/32* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2019/051641

(22) Date de dépôt international :
03 juillet 2019 (03.07.2019)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1856112 03 juillet 2018 (03.07.2018) FR

(71) Déposant : **LETHIGUEL** [FR/FR] ; 75 rue Louis Arnal, Zac des Près Secs, 69380 LOZANNE (FR).

(72) Inventeurs : **LEVACHER, Guillaume** ; 26 allée du Levant, 69570 DARDILLY (FR). **GOULEVITCH, Christophe** ; 34 rue des Erables, 69380 ALIX (FR).

(74) Mandataire : **SCHMIDT, Martin** ; IXAS CONSEIL, 15 rue Emile Zola, 69002 LYON (FR).

(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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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).

WO 2020/008141 A1

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING THE LOCAL TEMPERATURE OF A PART DURING THE MANUFACTURING THEREOF IN A MOLDING PROCESS

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LE CONTROLE DE LA TEMPERATURE LOCALE D'UNE PIECE LORS DE SA FABRICATION PAR MOULAGE

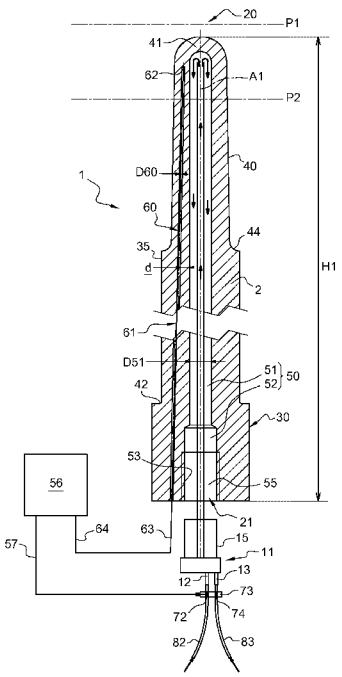


Fig. 1

(57) Abstract: Disclosed is a cooling finger (1) for controlling the local temperature of a part during the molding thereof by introducing a melted material in a permanent mold, said cooling finger comprising an elongate body (2) having an outer peripheral wall that is to penetrate a wall of the mold, and also comprising a longitudinal end that is to come into contact with the melted material or be in the immediate proximity of the melted material, the body comprising at least one duct (50) for a heat transfer fluid, characterized in that the body (2) further comprises at least one blind hole (60) which is different from the duct and is to accommodate temperature measuring means.

(57) Abrégé : Doigt de refroidissement (1) pour le contrôle de la température locale d'une pièce lors de son moulage par introduction d'une matière en fusion dans un moule permanent, ledit doigt de refroidissement comprenant un corps (2) allongé possédant une paroi périphérique extérieure destinée à pénétrer à travers une paroi dudit moule, ainsi qu'une extrémité longitudinale destinée à être en contact avec de ladite matière en fusion, ou à proximité immédiate de ladite matière en fusion, le corps comprenant au moins un canal de circulation (50) d'un fluide caloporteur, caractérisé en ce que le corps (2) comprend en outre au moins un trou borgne (60), distinct dudit canal de circulation, ledit trou borgne étant apte à recevoir des moyens de mesure de la température.

[Suite sur la page suivante]

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))*

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LE CONTROLE DE LA TEMPERATURE LOCALE D'UNE PIECE LORS DE SA FABRICATION PAR MOULAGE

Domaine technique de l'invention

L'invention concerne le domaine du moulage, et plus précisément du moulage de matière à l'état de fusion dans un moule permanent. Cette matière à l'état de fusion peut être un métal ou un matériau polymère. Plus précisément, l'invention concerne le domaine du contrôle de la température locale de la matière introduite à l'état de fusion, lors de son introduction et son refroidissement dans un moule métallique. L'invention porte sur un nouveau procédé permettant le contrôle de la température locale de la matière introduite dans le moule, et sur un dispositif pour mettre en œuvre ce procédé. Elle s'applique notamment au moulage par injection, à haute pression ou à basse pression, et au moulage par gravité.

Etat de la technique

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 fluidique. 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. Dans le domaine des métaux ferreux on connaît notamment le moulage de la fonte.

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. La vitesse de refroidissement influe sur la structure métallurgique 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. Cela peut limiter la performance des pièces moulées, dans la mesure où le

concepteur ne peut pas tirer pleinement profit des possibilités de l'alliage avec lequel il conçoit la pièce moulée. Cela 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.

Pour pallier ce problème l'homme de métier utilise depuis des décennies des techniques de refroidissement local (appelé aussi « refroidissement dirigé ») du moule. Ces techniques utilisent des inserts refroidis, et en particulier des noyaux refroidis ; pour les alliages d'aluminium cela est décrit déjà dans Aluminium-Taschenbuch, 14ème édition, Düsseldorf 1983, p. 419, qui est un ouvrage de référence pour l'homme du métier. Une de ces techniques est connue sous le nom de « jet cooling ». Selon cette technique, un noyau de moule est formé par un corps tubulaire borgne (que l'homme du métier appelle en anglais « core pin », ou, en français, « broche », et qui sera appelé ici « doigt de refroidissement ») qui est refroidi de l'intérieur. Ce refroidissement peut être continu ou non. La demanderesse commercialise des dispositifs de refroidissement par jet dans lesquelles on injecte d'abord à travers une première entrée une quantité d'eau dans le corps tubulaire ; cette eau s'évapore au moins en partie (et c'est alors surtout l'enthalpie d'évaporation qui provoque le refroidissement), et la vapeur d'eau est chassée ensuite par un jet d'air injecté à travers une deuxième entrée. Ce cycle peut être répété plusieurs fois pour chaque cycle de moulage. Le doigt de refroidissement est en alliage métallique qui résiste au contact avec le matériau fondu ; sa durée de vie est cependant limitée. Compte tenu du risque de percement par l'usure, on vérifie après chaque cycle l'étanchéité du système ; c'est l'une des fonctions du jet d'air. 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. Plusieurs doigts de refroidissement peuvent être déployés au sein d'une même coquille. Cela augmente le nombre de degrés de liberté du concepteur de pièces mais peut entraîner un certain encombrement des abords de la coquille par des conduits d'eau et d'air.

Le document US 2014/0008031 (Magna BDW Technologies) montre un doigt de refroidissement typique, qui présente une partie proximale, présentant des embouts pour le milieu de refroidissement, et une partie distale destinée à entrer en contact avec la zone à refroidir. Cependant, la présence de joints soudés dans la partie distale risque de poser un problème de fiabilité en contact avec un métal liquide.

Le jet cooling est devenu une technique de référence, qui a permis d'améliorer la qualité du procédé de moulage par injection, de diminuer le taux de rebut, de prolonger la durée

de vie des pièces moulées et des noyaux, tout en diminuant le temps du cycle de moulage. Cependant il est assez difficile de calibrer le procédé de refroidissement en fonction du résultat souhaité, et en fonction des paramètres locaux et globaux du procédé.

Sur le plan thermique le cycle de moulage à injection ne conduit pas à un état stationnaire : il comprend une phase d'injection de matière à l'état de fusion, suivi d'une phase de solidification de la matière injectée, au cours de laquelle se produit un important transfert de chaleur de ladite matière vers la coquille, puis enfin une phase d'ouverture du moule pour décharger la pièce et éventuellement nettoyer la surface du moule ; après le nettoyage un traitement de surface peut être appliqué par aspersion avec un agent de séparation (poteyage). Il convient de souligner que la solidification de la matière fondue est une transition de phase accompagnée d'un flux enthalpique significatif. En tenant compte de tous ces paramètres, on constate que la thermique du moule peut être modifiée par une évolution ou une modification des paramètres globaux, telle que le temps de cycle de la coquille, la température du métal liquide, la température externe dans l'atelier, la température de l'eau injectée dans le doigt. Par ailleurs, la calibration du procédé de jet cooling peut être différente pour chaque forme de pièce et pour chaque endroit de la pièce, et elle dépend fortement de l'alliage utilisé. Il existe des modèles numériques pour simuler la distribution de température au sein de la pièce moulée ; ces modèles peuvent aider le concepteur du procédé lorsqu'il détermine la séquence de refroidissement par jet cooling.

La demanderesse s'est aperçu qu'il serait souhaitable de disposer d'un procédé optimisé de refroidissement par jet cooling qui tient mieux compte de la réalité thermique dans la coquille et dans la matière en fusion injectée dans le moule lors de son refroidissement. Malheureusement cette réalité n'est pas accessible en temps réel. On peut mesurer facilement la température de la surface externe de la coquille, ou on peut intégrer des sondes de température dans la coquille comme cela est décrit dans les documents DE 102 015 105 097 (J. Pfleghar), JP 2004-25260 (Honda), EP 1 950 020 (Mitsubishi), US 2003/015308 (Howmet Research) et WO 2000/23244 (Gellert).

EP 3 315 226 A1 (Nissan Motor Co) décrit un noyau de moulage refroidi utilisé pour les cylindres dans un moule à culasse ; ce noyau est réalisé en deux parties qui s'emboîtent, la partie extérieure présentant un trou borgne pouvant accueillir une sonde de température. La conception en deux parties permet de creuser sur la surface extérieure de la partie intérieure un canal en spirale ; cette forme en spirale est nécessaire pour assure une homogénéité thermique satisfaisante, mais assez difficile à fabriquer. Cependant, dans un noyau si large la mesure de température sur un point dans la partie extérieure risque de ne pas être représentative. Par ailleurs, l'assemblage du noyau en

plusieurs parties nécessite de la main d'œuvre dans l'atelier de moulage, et il y a un risque résiduel de fuites de liquide, avec des conséquences potentiellement graves.

WO 2007/026987 (Kang) décrit un moule à injection pourvu de résistances chauffantes et d'une sonde de température proche de la surface en contact avec la matière à l'état de fusion. US 2004/0213321 (ICIPC) décrit un moule d'injection de matière plastique comprenant deux plaques définissant une cavité pour recevoir la matière en fusion, ladite plaque pouvant comprendre un canal pour permettre la circulation d'un milieu de refroidissement ; une plaque métallique comprenant une sonde de température est inséré entre les deux plaques en contact avec ladite cavité.

Cependant ces systèmes donnent une lecture de la température assez indirecte, compte tenu des différents flux thermiques et gradients de température qui s'installent au sein de la coquille et dans la pièce moulée en cours de refroidissement. La publication « *Heat fluxes at metal-mold interface during casting solidification* » par A. Sabau, parue dans Light Metals 2006, p. 827-832, décrit un dispositif expérimental dans lequel une sonde thermique en couches minces a été posée sur la surface interne de la cavité de coulée d'une coquille, de manière à laisser une trace visible sur la pièce moulée. Ce procédé donne sûrement une valeur particulièrement représentative de la température du métal en cours de solidification, mais le dispositif est beaucoup trop fragile pour que l'on puisse envisager son utilisation dans un moule utilisé dans une installation industrielle.

La demanderesse a constaté que l'état de la technique ne décrit pas de procédé permettant d'ajuster le procédé de refroidissement à la réalité instantanée du moule. Un problème que la présente invention cherche à résoudre est de fournir un procédé de refroidissement forcé d'un moule à injection qui tient compte au mieux de la température locale réelle de la matière en fusion introduite dans le moule, qui soit facile à utiliser, qui ne nécessite pas une modification significative des coquilles formant le moule, qui s'adapte à un grand nombre de types de moules à injection, qui permette d'utiliser les dispositifs de jet cooling connus, et dont l'installation et l'utilisation ne perturbent en rien le procédé industriel qui doit répondre à des fortes contraintes de productivité, y compris lors du changement de moule. Un autre problème est de fournir un dispositif pour mesurer la température locale dans le moule qui répond à ces mêmes contraintes et objectifs que la demanderesse s'est imposée.

Objets de l'invention

Selon l'invention le problème est résolu par un procédé qui utilise un nouveau type de doigt de refroidissement incorporant directement la sonde de température dans un orifice

borgne aménagé dans l'enveloppe externe du doigt, entre la surface externe et le canal de refroidissement.

L'invention présente de nombreux avantages, par rapport à l'art antérieur décrit ci-dessus. Tout d'abord elle intègre, au sein d'un même organe mécanique, les fonctions respectives de refroidissement et de mesure de la température. Cette intégration permet d'obtenir, de manière précise et sensiblement immédiate, une valeur représentative de la température du métal, à savoir du métal fondu, du métal en cours de solidification et du métal en cours de refroidissement. Par ailleurs, la solution proposée par l'invention ne perturbe pas le procédé industriel de moulage, étant donné que les éléments mécaniques dédiés à la mesure de température sont intégrés au doigt de refroidissement, qui est déjà classiquement utilisé.

Par ailleurs, l'invention permet un traitement de l'information qui est simplifié par rapport à l'art antérieur. En effet, selon l'invention, le trou borgne assurant la réception de la sonde de température débouche du côté extérieur du moule, à savoir à l'opposé du métal fondu. Par conséquent, la liaison entre la sonde de température et l'unité centrale de traitement peut être réalisée de manière simple, notamment via une communication filaire, sans avoir à traverser les parois du moule.

On comparera la solution proposée par l'invention avec celle faisant intervenir une plaque de refroidissement, intercalée entre deux parois du moule. Dans ce cas, la liaison entre cette plaque et les moyens de traitement est nettement plus complexe. En effet, dans le cas d'une communication filaire, les moyens de liaison doivent nécessairement traverser les parois du moule.

Un premier objet de l'invention est un doigt de refroidissement pour le contrôle de la température locale d'une pièce lors de son moulage par introduction d'une matière en fusion dans un moule permanent, ledit doigt de refroidissement comprenant un corps allongé possédant une paroi périphérique extérieure destinée à pénétrer à travers une paroi dudit moule, ainsi qu'une extrémité longitudinale destinée à être en contact avec ladite matière en fusion, ou à proximité immédiate de ladite matière en fusion, le corps comprenant au moins un canal de circulation d'un fluide caloporteur, ledit doigt de refroidissement étant caractérisé en ce que le corps comprend en outre au moins un trou borgne, distinct dudit canal de circulation, ledit trou borgne étant apte à recevoir des moyens de mesure de la température. Ledit canal de circulation d'un fluide caloporteur est rectiligne. Son diamètre est avantageusement compris entre 1,5 mm et 6 mm.

Selon un mode de réalisation très avantageux ledit corps allongé forme une seule pièce ; cela économise le temps de son assemblage, et minimise également le risque de fuites aux points d'assemblage dans un environnement marqué par des gradients thermiques.

Ledit trou borgne prend la forme d'un canal de faible diamètre, typiquement entre environ 0,3 mm et environ 3 mm ; ce diamètre est avantageusement sensiblement constant. Ledit canal, borgne, peut être rectiligne, et/ou il peut comprendre au moins une portion recourbée, en particulier une portion recourbée séparant deux tronçons rectilignes. Il débouche avantageusement sur l'extrémité du corps, opposée au moule. La plus petite distance séparant, en service, le trou borgne et la paroi périphérique du corps est avantageusement comprise entre 2,0 mm et 7,0 mm.

Ledit doigt de refroidissement peut comprendre plusieurs trous borgnes, en particulier disposés de manière symétrique par rapport à l'axe principal du corps, vus en bout. Notamment, le nombre de trous borgnes peut être de deux.

Un deuxième objet de l'invention est un ensemble de contrôle comprenant au moins un doigt de refroidissement selon l'invention, ainsi qu'au moins un organe de mesure de température, ledit organe de mesure de température étant reçu dans un trou borgne dudit doigt de refroidissement, ledit ensemble comprenant en outre une unité centrale comprenant un microprocesseur, ainsi que des moyens de transmission entre ladite unité centrale et ledit au moins un organe de mesure de température. Lequel ledit organe de mesure de température peut notamment être un thermocouple ou une sonde platine. Il peut être inséré dans ledit trou borgne, de préférence jusqu'au fond afin que la mesure soit représentative de la température de la matière injectée dans le moule. Avantageusement ladite unité de commande est apte à commander un organe auxiliaire de refroidissement, adapté pour diriger un fluide caloporteur dans le canal de circulation dudit doigt de refroidissement.

Un autre objet de l'invention est un procédé pour le contrôle de la température locale d'une pièce lors de son moulage par introduction d'une matière en fusion dans un moule permanent, au moyen d'un ensemble de contrôle selon l'invention, procédé dans lequel :

- on introduit de la matière en fusion dans ledit moule,
- on réalise au moins une séquence dite de refroidissement-évacuation, au cours de laquelle on admet tout d'abord un fluide caloporteur dans le canal principal du doigt de refroidissement, afin de refroidir la matière injectée dans le moule, puis on évacue la fraction résiduelle dudit fluide caloporteur au moyen d'un fluide d'évacuation,
- on réalise au moins une mesure de la valeur d'un paramètre représentatif de la température, par l'intermédiaire desdits moyens de mesure.

On peut réaliser plusieurs mesures ponctuelles de la valeur dudit paramètre représentatif de la température, notamment à une fréquence prédéterminée. On peut réaliser un enregistrement de la valeur dudit paramètre représentatif de la température, notamment à des fins de traçage.

Selon un mode de réalisation avantageux on compare la valeur mesurée dudit paramètre avec une valeur maximale ou une valeur minimale prédéterminée et, dans le cas où cette valeur mesurée est supérieure à ladite valeur maximale ou inférieure à ladite valeur minimale, on modifie le déroulement d'au moins une séquence de refroidissement – évacuation. Cette modification peut comporter notamment une modification d'au moins un des paramètres de contrôle de l'injection du fluide caloporteur, ces paramètres étant au moins le débit, la pression et la durée d'injection de fluide caloporteur. Alternativement ou en plus, la modification peut se faire aussi en réalisant au moins une séquence supplémentaire de refroidissement - évacuation. Elle peut aussi concerner la température dudit fluide caloporteur injecté.Un dernier objet de l'invention est un procédé pour le contrôle de la température locale d'une pièce lors de son moulage par introduction d'une matière en fusion dans un moule permanent, au moyen d'un ensemble de contrôle selon l'invention comportant un doigt de refroidissemement qui est de préférence rectiligne, et qui comporte deux trous borgnes, un moyen de mesure de la température étant reçu dans chacun des deux trous borgnes, dans lequel procédé :

- on introduit de la matière en fusion dans ledit moule,
- on réalise au moins une séquence dite de refroidissement-évacuation, au cours de laquelle on admet tout d'abord un fluide caloporteur dans le canal principal du doigt de refroidissement, afin de refroidir la matière injectée dans le moule, puis on évacue la fraction résiduelle dudit fluide caloporteur au moyen d'un fluide d'évacuation,
- on réalise avec chacun des deux moyens de mesure de la température au moins une mesure de la valeur d'un paramètre représentatif de la température, par l'intermédiaire desdits moyens de mesure,
- on compare les valeurs de températures déduites desdites valeurs représentatives de la température (ou directement lesdites valeurs représentatives de la température) fournies au même instant par l'un et l'autre desdits deux moyens de mesure de la température,
- dans le cas où la valeur absolue de la différence entre ces deux valeurs dépasse un seuil prédéfini, une alerte est donnée, et/ou l'actionnement des séquences de refroidissement – évacuation est interrompu, et/ou le cycle de moulage d'une pièce est interrompu et/ou le prochain cycle de moulage n'est pas déclenché.

Brève description des figures

D'autres avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description de quatre modes de réalisation de l'invention, donnée ci-dessous à titre purement indicatif et non limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est une vue de face, illustrant un dispositif de contrôle de la température conforme à un premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 2 est une vue de face, analogue à la figure 1, illustrant un dispositif de contrôle de la température conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention.

La figure 3 est une vue de face, analogue à la figure 1, illustrant un dispositif de contrôle de la température conforme à un troisième mode de réalisation de l'invention.

La figure 4 est une vue en bout, illustrant le dispositif de contrôle de la température de la figure 3.

La figure 5 est une vue de face, analogue à la figure 1, illustrant un dispositif de contrôle de la température conforme à un quatrième mode de réalisation de l'invention

La figure 6 est une vue en bout, illustrant le dispositif de contrôle de la température de la figure 5.

La figure 7 est dérivée de la figure 1 et montre une variante de ce mode de réalisation.

Les signes de référence suivants sont utilisés sur les figures et dans la description détaillée qui suit :

1	Doigt de refroidissement	2	Corps
11	Organe auxiliaire	12,13	Embouts
15	Embout fileté	20	Extrémité longitudinale intérieure de 2
21	Extrémité longitudinale extérieure de 2	30	Base
35	Fût principal	40	Col terminal
41	Extrémité libre	42,44	Epaulements
50	Canal principal	51,52	Tronçons de 50
53	Taraudage	55	Tube
56	Unité centrale	57	Ligne de commande
60	Trou	62	Extrémité de 60 (fond du trou)
63	Extrémité de 60 (débouché du trou)	64	Ligne de transmission
72, 74	Electrovannes	73	Connecteur
		82,83	Alimentation en liquide et air
84	Purge	85	Conduit d'entrée

Description détaillée

La figure 1 illustre un premier mode de réalisation du dispositif de contrôle de la température, conforme à l'invention. Ce dispositif comprend tout d'abord un doigt de refroidissement, lequel est désigné dans son ensemble par la référence **1**. On note **A1** l'axe longitudinal principal du doigt, qui est vertical sur cette figure 1. Une fois que le doigt est installé dans une partie de moule, non représentée sur la figure 1, cet axe principal s'étend transversalement par rapport à cette partie de moule. En d'autres termes, le doigt s'étend à travers cette partie de moule, entre les faces respectivement intérieure et extérieure de cette dernière.

Ce doigt de refroidissement comporte tout d'abord un corps **2**, réalisé en un matériau conducteur de la chaleur, tel que notamment des aciers au carbone fortement alliés à base de chrome, molybdène et vanadium, et de préférence des alliages aptes à une utilisation à haute température.

Ce corps **2** est fixé, par sa face périphérique extérieure, sur la partie de moule précitée. Cette fixation, qui est de type connu en soi, est notamment réalisée par vissage. A cet effet, la face extérieure précitée peut être munie de moyens appropriés, non représentés. En référence à l'axe **A1**, le corps comprend deux extrémités longitudinales, dont l'une **20** est dite intérieure, car elle est adjacente au métal fondu en service, et dont l'autre **21** est dit extérieure, car elle est opposée à ce métal.

De manière classique, le corps comprend différentes régions concentriques, dont la section transversale diminue depuis l'extrémité extérieure **21** vers l'extrémité intérieure **20**. Comme montré sur cette figure 1, le corps **2** comprend une base **30**, un fût principal **35**, ainsi qu'un col terminal **40**. Ces éléments constitutifs sont deux à deux séparés par des épaulements respectifs **42** et **44**. La géométrie du corps n'est pas une caractéristique essentielle de l'invention, de sorte qu'elle ne sera pas décrite plus en détail. Cependant, on note que l'invention s'applique en particulier aux doigts de refroidissement présentant un diamètre extérieur au niveau du col terminal **40** qui ne dépasse pas 12 mm.

L'extrémité libre **41** du col, de forme arrondie, est destinée à se trouver au contact de la matière en fusion ou à proximité immédiate de cette dernière. Sur la figure 1, on a noté en traits mixtes deux positions typiques de la face interne de la partie de moule, correspondant à l'interface avec le métal fondu. La ligne **P1** illustre une face interne située au-dessus de l'extrémité **41**, de sorte que cette dernière n'est pas en contact immédiat avec le métal fondu. En revanche, la ligne **P2** illustre une face interne située au-dessous de l'extrémité **41**, de sorte que cette dernière baigne dans ce métal fondu. Quoi qu'il en

soit, cette extrémité est positionnée de sorte que le doigt **1** est apte à refroidir la matière en fusion, comme on va le voir ci-après.

Le corps **2** est creusé d'un canal principal **50**, en l'occurrence rectiligne, qui s'étend parallèlement à l'axe longitudinal **A1**. Ce canal débouche sur l'extrémité extérieure **21**, mais en revanche pas sur l'extrémité intérieure **20**. Ce canal **50** se compose de deux tronçons successifs, dont l'un **51** est ménagé à la fois dans le col, le fût et une partie de la base. En revanche, l'autre tronçon **52**, de plus grand diamètre, est ménagé uniquement dans la base. Au voisinage de son débouché, les parois de ce tronçon **50** forment un taraudage **53**, destiné à coopérer avec un organe auxiliaire **11**, de type connu en soi.

Comme cela est montré schématiquement sur la figure 1 (mais pas sur les figures 2, 3 et 5), cet organe auxiliaire **11** est relié à un tube cylindrique **55** qui, lorsque le dispositif est en fonctionnement, est logé dans le canal principal **50** et s'étend sur la plus grande longueur de ce dernier, presque jusqu'à son extrémité. C'est par ce tube **55** qu'est injectée dans le canal **50** une quantité de fluide caloporteur pour le refroidissement du doigt, et c'est par ce tube **55** qu'est injecté ensuite de l'air pour évacuer ce fluide du le canal **50** ; ces deux directions d'écoulement de fluide sont marquées par des flèches sur la figure 1. Ce cycle est appelé ici cycle de refroidissement – évacuation.

L'organe auxiliaire **11** est doté de deux embouts **12** et **13**, l'un **12** relié à une alimentation en un fluide de refroidissement **82** (appelé ici aussi fluide caloporteur, typiquement de l'eau), l'autre **13** relié à une alimentation en air comprimé **83**, aptes à injecter dans le tube **55** successivement ces deux fluides, à savoir de l'eau (qui, en s'évaporant, refroidit le corps **2** et en particulier son col terminal **40**) et de l'air. Chacune des ces deux alimentations **82**,**83** est pourvue d'une électrovanne **72**,**74** ; ces dernières sont commandées par un microprocesseur, selon une séquence qui peut être programmée par un technicien pour chaque type de pièce moulée. L'organe **11** est par ailleurs pourvu de manière classique d'un embout fileté **15**, propre à être monté de façon amovible et étanche sur le taraudage **53** du doigt de refroidissement **1**. Les électrovannes **72**,**74** sont avantageusement situées dans un connecteur unique **73** qui peut se monter directement sur les embouts **11**,**12** ou qui peut être situé à une certaine distance desdits embouts.

Selon un aspect essentiel de l'invention, le corps **2** est en outre pourvu d'un trou borgne **60**, distinct du canal principal **50**. Ce trou **60** débouche sur l'extrémité longitudinale extérieure **21**, mais en revanche pas sur l'extrémité intérieure **20**. Ce trou **60** est réalisé par tout procédé approprié. On citera par exemple un procédé de type mécanique, notamment par perçage ou alésage.

Le trou **60**, qui s'étend ici de manière rectiligne, est légèrement décalé par rapport à l'axe longitudinal **A1**. L'angle de décalage par rapport à l'axe du canal principal **50** permet à ce trou **60** d'être globalement équidistant par rapport aux parois extérieures du corps, ainsi qu'à ses parois intérieures bordant le canal **50**.

On va maintenant donner, à titre d'exemples non limitatifs, différentes valeurs dimensionnelles du doigt de refroidissement **1** décrit ci-dessus :

- hauteur totale *H1* entre 50 mm et 500 mm ;
- diamètre *D51* du canal au niveau de son tronçon principal **51**, entre 1,5 mm et 6 mm ;
- diamètre *D60* du trou entre 0,3 mm et 3,0 mm ;
- distance d entre le trou et le canal, prise perpendiculairement à l'axe de ce trou, entre 3 mm et 10 mm ;
- distance *D* entre le trou **60** et la surface externe du doigt de refroidissement, prise perpendiculairement à l'axe de ce trou, entre 3 mm et 10 mm ;
- diamètre extérieur au niveau du col terminal **40** ne dépassant pas 12 mm.

Le trou **60** reçoit des moyens de mesure de la température, qui sont formés par une sonde filiforme **61**. Cette sonde, de type connu en soi, est par exemple un thermocouple ou une sonde platine. La sonde est fixée par rapport aux parois du trou **60**, par tous moyens appropriés, notamment par vissage. Cette sonde **61** présente des dimensions longitudinales supérieures à celles du trou **60**. Par conséquent, une première extrémité **62** de la sonde s'étend à proximité du fond du trou, alors que l'autre extrémité **63** dépasse hors du débouché de ce trou. Cette extrémité **63** est reliée, via une ligne de transmission **64**, à une unité centrale **56** de contrôle et de commande, qui comprend un microprocesseur. Cette dernière est en outre reliée, via une ligne de commande **57**, aux électrovannes **72**,**74** décrites ci-dessus.

La mise en œuvre du dispositif de contrôle de la température, décrit ci-dessus, va maintenant être explicitée dans ce qui suit.

Lorsque de la matière à l'état de fusion est coulée dans le moule, équipé du doigt de refroidissement **1**, les électrovannes **72**,**74** sont activées de manière à réaliser des séquences successives de refroidissement puis d'évacuation, comme décrites ci-dessus. Ces séquences peuvent être réalisées de manière prédéfinie, notamment à une fréquence prédéterminée et/ou avec un cyclage prédéterminé.

Par ailleurs, on réalise des mesures de la valeur d'un paramètre représentatif de la température, au moyen de la sonde **61**. Comme mentionné ci-dessus, la température

déterminée par la sonde est représentative de la température effective de la matière fondue, étant donné la proximité immédiate entre cette sonde et cette matière fondu. À cet égard, on peut procéder à un étalonnage préalable, afin de déterminer la correspondance entre ces deux températures, sachant que la température de la matière à l'état de fusion est connue par ailleurs. Ces mesures de la valeur du paramètre représentatif de la température peuvent être réalisées de manière continue ou bien ponctuelle, en particulier à une fréquence prédéfinie. À titre d'exemple, on peut procéder à une détermination de la température après la fin de l'injection de la matière à l'état de fusion dans le moule et après chaque séquence de refroidissement – évacuation du moule.

Le paramètre représentatif de la température peut être, selon la nature de la sonde, par exemple une tension, un courant, ou une résistance. Les valeurs mesurées de ce paramètre sont transmises à l'unité centrale **56**, ou à une unité dédiée au traitement et l'enregistrement de ces signaux (non montrée sur les figures), où elles peuvent faire l'objet d'au moins une étape de traitement, parmi celles mentionnées ci-après.

Ces valeurs peuvent tout d'abord être mémorisées, afin de permettre un traçage du procédé de fabrication de la pièce de fonderie. Ce traçage peut en particulier s'inscrire, dans le cadre d'une démarche d'assurance qualité.

Ces valeurs peuvent également être utilisées, afin d'initier une étape de rétroaction au moyen de l'unité centrale. En particulier, si au moins une valeur mesurée par la sonde **61** est supérieure à une valeur seuil prédéterminée, l'unité centrale commande l'organe auxiliaire, via la ligne **57**. Cette opération de commande peut conduire à la modification du déroulement d'au moins une séquence de refroidissement – évacuation. Cette modification peut comporter notamment une modification d'au moins un des paramètres de contrôle de l'injection du fluide caloporteur, ces paramètres étant au moins le débit, la pression et la durée d'injection de fluide caloporteur. A titre d'exemple on peut mettre en œuvre au moins une séquence supplémentaire de refroidissement - évacuation, au moyen de cet organe auxiliaire **11**, afin de faire redescendre la température de la matière fondue introduite dans le moule.

La figure 2 illustre un second mode de réalisation du doigt de refroidissement, conforme à la présente invention. Sur cette figure 2, les éléments mécaniques analogues à ceux de la figure 1 y sont affectés des mêmes numéros de référence, augmentés du nombre **100**.

Le doigt de refroidissement, représenté sur cette figure 2, diffère de celui **1** de la figure 1 essentiellement en ce qu'il présente un corps **102** dont la géométrie est différente. De façon plus précise, le fût principal **135** est réalisé en deux éléments **136** et **137** de

sections transversales différentes, reliés par un épaulement supplémentaire **138**. Par ailleurs, le col **140** est pourvu d'un téton terminal **146**. Enfin, le col et le fût sont reliés par une rampe **140**, dont la dimension axiale est plus élevée que celle de l'épaulement **40** du premier mode de réalisation. Le canal de circulation **150** est rectiligne, et la même remarque s'applique au trou borgne **160**.

Les différences qui existent entre les doigts respectifs **1** et **101** ne sont pas relatives à la mesure de la température, ainsi qu'au traitement des valeurs ainsi mesurées. En effet, comme dans le premier mode de réalisation, le doigt **101** est pourvu d'un unique trou borgne rectiligne **160** permettant la réception d'une unique sonde **161** de mesure de température.

Les figures 3 et 4 illustrent un troisième mode de réalisation du doigt de refroidissement, conforme à la présente invention. Sur ces figures 3 et 4, les éléments mécaniques analogues à ceux de la figure 1 y sont affectés des mêmes numéros de référence, augmentés du nombre 200.

Le doigt de refroidissement **201**, représenté sur ces figures 3 et 4, diffère de celui **1** de la figure 1 tout d'abord en ce qu'il comprend deux trous borgnes **260** et **270**, s'étendant de manière symétrique par rapport à l'axe longitudinal **A201**. Par ailleurs, chaque trou **260**, **270** comprend deux portions rectilignes **265**, **275** et **266**, **276**, raccordées mutuellement par un tronçon médian **267**, **277** de forme recourbée.

On notera que, dans ce troisième mode de réalisation, la section transversale du fût principal **235** est sensiblement inférieure à celle de la base **230**. Dans ces conditions, la présence de ce tronçon recourbé **267**, **277** permet aux trous borgnes d'être situés sensiblement à égale distance des parois respectivement intérieure et extérieure du corps.

On notera également que, dans ce troisième mode de réalisation, chaque trou borgne ne s'étend pas dans le col terminal **240**. En effet, ce col est destiné à être immergé entièrement dans la matière à l'état de fusion, et l'épaisseur de paroi est trop fine à cet endroit pour permettre l'aménagement d'un trou borgne.

Comme dans les modes de réalisation précédents, chaque trou borgne reçoit une sonde filiforme respective **261**, **271**, qui doit être suffisamment souple pour pouvoir s'adapter au tronçon recourbé **267**, **277** et suffisamment rigide pour pouvoir être enfilée jusqu'au bout du trou borgne. Les extrémités de chaque sonde, en saillie en dehors des trous de réception, sont typiquement reliées à une unique unité de commande non représentée.

Les figures 5 et 6 illustrent un quatrième mode de réalisation du doigt de refroidissement, conforme à la présente invention. Sur ces figures 5 et 6, les éléments mécaniques analogues à ceux de la figure 1 y sont affectés des mêmes numéros de référence, augmentés du nombre 300.

Le doigt de refroidissement **301**, représenté sur ces figures 5 et 6, diffère de celui **1** de la figure 1 en ce qu'il comporte quatre trous borgnes **360**, **370**, **380** et **390**. Comme montré sur la figure 6, ces trous sont rectilignes, et sont répartis angulairement de manière régulière, autour de l'axe principal **A301**. Chaque trou borgne reçoit une sonde filiforme respective **361**, **371**, **381**, **391**. Les extrémités de chaque sonde, en saillie en dehors des trous de réception, sont typiquement reliées à une unique unité de commande non représentée.

On note que les modes de réalisation à plusieurs trous borgnes qui sont montrés, respectivement, sur les figures 3 et 4 et sur les figures 5 et 6, la plus petite distance séparant le trou borgne et la paroi périphérique du corps est la même pour chacun des trous borgnes.

Le fait de prévoir plusieurs sondes de mesure de température, reçues dans des trous borgnes respectifs, peut présenter des avantages spécifiques. Cela permet en effet de pouvoir procéder, en un même instant, à plusieurs mesures de température indépendantes. Dans ces conditions, l'unité centrale procède typiquement au calcul d'une moyenne, par exemple arithmétique ou géométrique, de ces mesures. On obtient alors une mesure moyennée, dont la précision est supérieure à celle d'une mesure individuelle. Alternativement, on peut exploiter chacune de ces mesures individuellement. Cela peut présenter un intérêt notamment dans deux situations. La première situation est celle d'un moule dont la forme à proximité du corps du doigt de refroidissemement est dissymétrique, ce qui peut conduire à une différence de température de la matière en fusion introduite dans ledit moule au cours de son refroidissement.

La présence de plusieurs sondes de mesure de température sur le même doigt de refroidissement facilité aussi la détection d'un percement local d'un trou borgne suite à l'usure de sa paroi métallique ; dans un cas extrême le trou borgne sera envahi par du matériau à l'état de fusion, ce qui conduit, sur cette sonde, à une valeur de température statistiquement aberrante.

Plus précisément, dans un mode de réalisation avantageux de cette variante de l'invention, on compare pour au moins un des doigts de refroidissement comportant deux moyens des mesure de la température les valeurs représentatives de la température fournies au même instant par l'un et l'autre desdits deux moyens de mesure de la

température. Dans le cas où la valeur absolue de la différence entre ces deux valeurs dépasse un seuil prédéfini, une alerte est donnée, et/ou l'actionnement des séquences de refroidissement – évacuation est interrompu, et/ou le cycle de moulage d'une pièce est interrompu et/ou le prochain cycle de moulage de pièces n'est pas déclenché. Dans ce dernier cas la machine de coulée s'arrête.

On peut prévoir aussi deux seuils successifs pour ladite valeur absolue : après le dépassement du premier seuil une alerte est donnée, et après le dépassement du deuxième seuil, supérieur au premier, le cycle de moulage en cours est interrompu ou et/ou le prochaine cycle de moulage de pièces n'est pas déclenché.

Bien évidemment, au lieu de comparer les valeurs représentatives de la température mesurées par chacune des deux sondes, et de déterminer la valeur absolue de la différence de ces valeurs, on peut aussi déterminer la température représentée par ces valeurs mesurées, et déterminer la valeur absolue de la différence de ces deux températures ; cette variante nécessite des étapes de traitement de données supplémentaires pour calculer la température à partir de la valeur représentative de cette température qui est mesurée par lesdites sondes, ce qui est fait typiquement en appliquant la courbe de calibration propre à chaque sonde.

Comme variante par rapport aux modes de réalisation des figures 3 à 6, on peut prévoir que les trous borgnes présentent des diamètres différents les uns des autres. Cela présente des avantages spécifiques, notamment en ce qu'il permet de loger des sondes de température de type différent (par exemple un thermocouple et une sonde platine). D'une manière générale, le diamètre des trous borgnes est constant, et peut être compris typiquement entre 0,3 mm et 3 mm. Il n'est pas souhaitable qu'il y ait trop de jeu entre la sonde et la paroi du trou borgne : le bon diamètre du trou (pour une sonde donnée) est le diamètre le plus petit qui permet à la sonde d'être enfilée complètement ; de même, le bon diamètre de la sonde (pour un trou donné) est le diamètre le plus grand qui permet à la sonde d'être enfilée complètement. Dans le cas où les trous borgnes présentent des diamètres différents, il est néanmoins avantageux que la plus petite distance séparant le trou borgne et la paroi périphérique du corps est la même pour chacun des trous borgnes.

Le figure 7 montre une variante avantageuse du mode de réalisation de la figure 1. La différence se situe au niveau de l'organe auxiliaire **11** qui est relié, d'une part, à un conduit d'entrée **85**, et d'autre part à un conduit de sortie **84**, appelé aussi « purge ». Le conduit d'entrée **85** est alimenté alternativement avec le fluide de refroidissement (typiquement de l'eau) qui arrive par l'alimentation en fluide de refroidissement **82**, et avec de l'air comprimé qui arrive par l'alimentation en air **83**. Le conduit de purge **84** peut être

ouvert et fermé à l'aide d'une électrovanne **72**. La vérification de l'étanchéité du système, mentionnée ci-dessus, peut se faire en injectant de l'air par le conduit **83**, l'électrovanne **72** étant fermée.

Comme expliqué ci-dessus, le doigt de refroidissement **1** selon l'invention, muni de sa sonde de température enfilée dans le trou borgne **60**, peut être intégré dans un ensemble de contrôle, qui comprend en outre une unité centrale **56** comprenant un microprocesseur, ainsi que des moyens de transmission **64** entre ladite unité centrale et ledit au moins un organe de mesure de température. Ladite unité de commande est apte à commander un organe auxiliaire de refroidissement, adapté pour diriger un fluide caloporteur dans le canal de circulation dudit doigt de refroidissement.

Nous décrivons ici un mode de réalisation typique d'un procédé de moulage par injection qui utilise cet ensemble de contrôle selon l'invention. Dans ce procédé

- on introduit de la matière en fusion dans ledit moule, par exemple par injection à haute pression, par injection à basse pression, ou par coulage,
- on réalise au moins une séquence dite de refroidissement-évacuation, au cours de laquelle on admet tout d'abord un fluide caloporteur dans le canal principal du doigt de refroidissement, afin de refroidir la matière introduite dans le moule, puis on évacue la fraction résiduelle dudit fluide caloporteur au moyen d'un fluide d'évacuation,
- on réalise au moins une mesure de la valeur d'un paramètre représentatif de la température, par l'intermédiaire desdits moyens de mesure.

La mesure de la température peut être effectuée lorsque le métal introduit dans le moule est encore liquide, et/ou lorsqu'il est en cours de refroidissement, et/ou pendant le refroidissement du métal solidifié.

Ces mesures peuvent être réalisées de manière ponctuelle, notamment à une fréquence prédéterminée. On peut réaliser un enregistrement de la valeur dudit paramètre représentatif de la température, notamment à des fins de traçage. Dans un mode de réalisation on compare la valeur mesurée dudit paramètre avec une valeur maximale prédéterminée et, dans le cas où cette valeur mesuré est supérieure à ladite valeur maximale, on réalise au moins une séquence supplémentaire de refroidissement – évacuation. L'invention permet également de suivre l'évolution de la température locale du métal introduit dans le moule ; cette courbe de refroidissement peut être critique dans le cas de certains alliages, car il est connu que la structure du métal peut évoluer même après sa solidification par des processus de diffusion et précipitation.

L'invention peut s'appliquer notamment au moulage de pièces métalliques en alliages légers (alliages de magnésium, alliages d'aluminium), au moulage de pièces en alliages de zinc, ou au moulage de pièces en polymère. Elle peut s'appliquer au moulage par injection (notamment à haute pression et à basse pression) et au moulage par gravité.

5

REVENDICATIONS

1. Doigt de refroidissement (1) pour le contrôle de la température locale d'une pièce lors de son moulage par introduction d'une matière en fusion dans un moule permanent, ledit doigt de refroidissement comprenant un corps (2) allongé possédant une paroi périphérique extérieure destinée à pénétrer à travers une paroi dudit moule, ainsi qu'une extrémité longitudinale destinée à être en contact avec ladite matière en fusion, ou à proximité immédiate de ladite matière en fusion, le corps comprenant au moins un canal de circulation (50) d'un fluide caloporteur, ledit canal de circulation (50) étant rectiligne,
caractérisé en ce que le corps (2) comprend en outre au moins un trou borgne (60), distinct dudit canal de circulation, ledit trou borgne étant apte à recevoir des moyens de mesure de la température.

2. Doigt de refroidissement selon la revendication 1, caractérisé en que ledit corps (2) allongé forme une seule pièce.

3. Doigt de refroidissement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en que ledit canal de circulation (50) présente ai niveau de son tronçon principal (51) un diamètre (D51) compris entre 1,5 mm et 6 mm.

4. Doigt de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la section transversale dudit trou borgne (60) est comprise entre environ 0,3 mm et environ 3 mm.

5. Doigt de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la plus petite distance séparant, en service, le trou borgne (60) et la paroi périphérique du corps est comprise entre 2,0 mm et 7,0 mm.

6. Doigt de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit trou borgne est rectiligne.

7. Doigt de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que, dans lequel ledit trou borgne comprend au moins une portion recourbée, en particulier une portion recourbée séparant deux tronçons rectilignes.

8. Doigt de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ledit trou borgne débouche sur l'extrémité du corps, opposée au moule.

9. Doigt de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il est comprend plusieurs trous borgnes, en particulier disposés de manière symétrique par rapport à l'axe principal du corps, vus en bout.

10. Doigt de refroidissement selon la revendication 9, caractérisé en ce que la plus petite distance séparant, en service, le trou borgne (60) et la paroi périphérique du corps est la même pour chacun des trous borgnes.

11. Doigt de refroidissement selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que les trous borgnes (60) sont au nombre de deux.

12. Ensemble de contrôle comprenant au moins un doigt de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, ainsi qu'au moins un organe de mesure de température, ledit organe de mesure de température étant reçu dans un trou borgne (60) dudit doigt de refroidissement (1), ledit ensemble comprenant en outre une unité centrale (56) comprenant un microprocesseur, ainsi que des moyens de transmission entre ladite unité centrale et ledit au moins un organe de mesure de température.

13. Ensemble selon la revendication 12, caractérisé en ce que lequel ledit organe de mesure de température est un thermocouple ou une sonde platine, et inséré dans ledit trou borgne.

14. Ensemble selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que ladite unité de commande est apte à commander un organe auxiliaire de refroidissement, adapté pour diriger un fluide caloporteur dans le canal de circulation dudit doigt de refroidissement.

15. Procédé pour le contrôle de la température locale d'une pièce lors de son moulage par introduction d'une matière en fusion dans un moule permanent, au moyen d'un ensemble de contrôle selon l'une des revendications 12 à 14, procédé dans lequel :
- on introduit de la matière en fusion dans ledit moule,
- on réalise au moins une séquence dite de refroidissement-évacuation, au cours de laquelle on admet tout d'abord un fluide caloporteur dans le canal principal du doigt de refroidissement, afin de refroidir la matière injectée dans le moule, puis on évacue la fraction résiduelle dudit fluide caloporteur au moyen d'un fluide d'évacuation,
- on réalise au moins une mesure de la valeur d'un paramètre représentatif de la température, par l'intermédiaire desdits moyens de mesure.

16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel on réalise plusieurs mesures ponctuelles de la valeur dudit paramètre représentatif de la température, notamment à une fréquence prédéterminée.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 et 16, dans lequel on réalise un enregistrement de la valeur dudit paramètre représentatif de la température, notamment à des fins de traçage.

18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 17, dans lequel on compare la valeur mesurée dudit paramètre avec une valeur maximale ou minimale prédéterminée et, dans le cas où cette valeur mesuré est supérieure à ladite valeur maximale ou inférieure à ladite valeur minimale, on modifie au moins un des paramètres de contrôle de l'injection du fluide caloporteur, et de préférence au moins un des paramètres de contrôle sélectionnés dans le groupe formé par le débit, la pression et la durée d'injection de fluide caloporteur, et/ou on réalise au moins une séquence supplémentaire de refroidissement - évacuation.

19. Procédé selon la revendication 15, dans lequel :
- on utilise un ensemble selon l'une quelconque des revendications 12 à 14 comprenant au moins un doigt de refroidissement selon la revendication 11, un moyen de mesure de la température étant reçu dans chacun des deux trous borgnes ;
- on compare pour au moins un des doigts de refroidissement comportant deux moyens des mesure de la température les valeurs représentatives de la température fournies au même instant par l'un et l'autre desdits deux moyens de mesure de la température ;
- dans le cas où la valeur absolue de la différence entre ces deux valeurs dépasse un seuil prédéfini, une alerte est donnée, et/ou l'actionnement des séquences de refroidissement – évacuation est interrompu, et/ou le cycle de moulage d'une pièce est interrompu et/ou le prochain cycle de moulage n'est pas déclenché.

Fig. 1

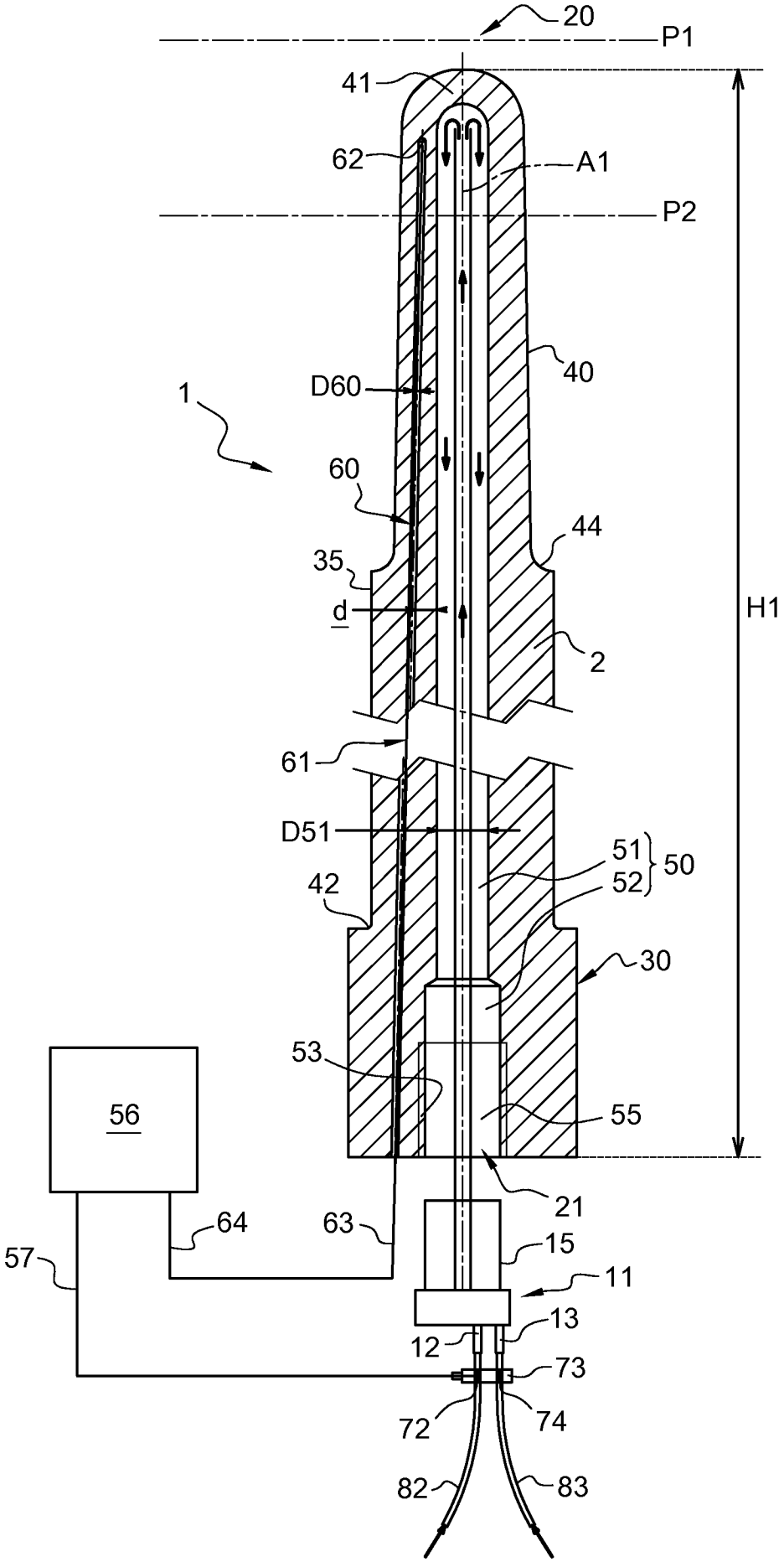

20
P1
41
62
A1
P2
40
D60
1
60
44
35
d
H1
2
61
D51
51
50
52
42
30
53
56
55
21
64
63
15
57
11
13
12
73
72
74
82
83

Fig. 2

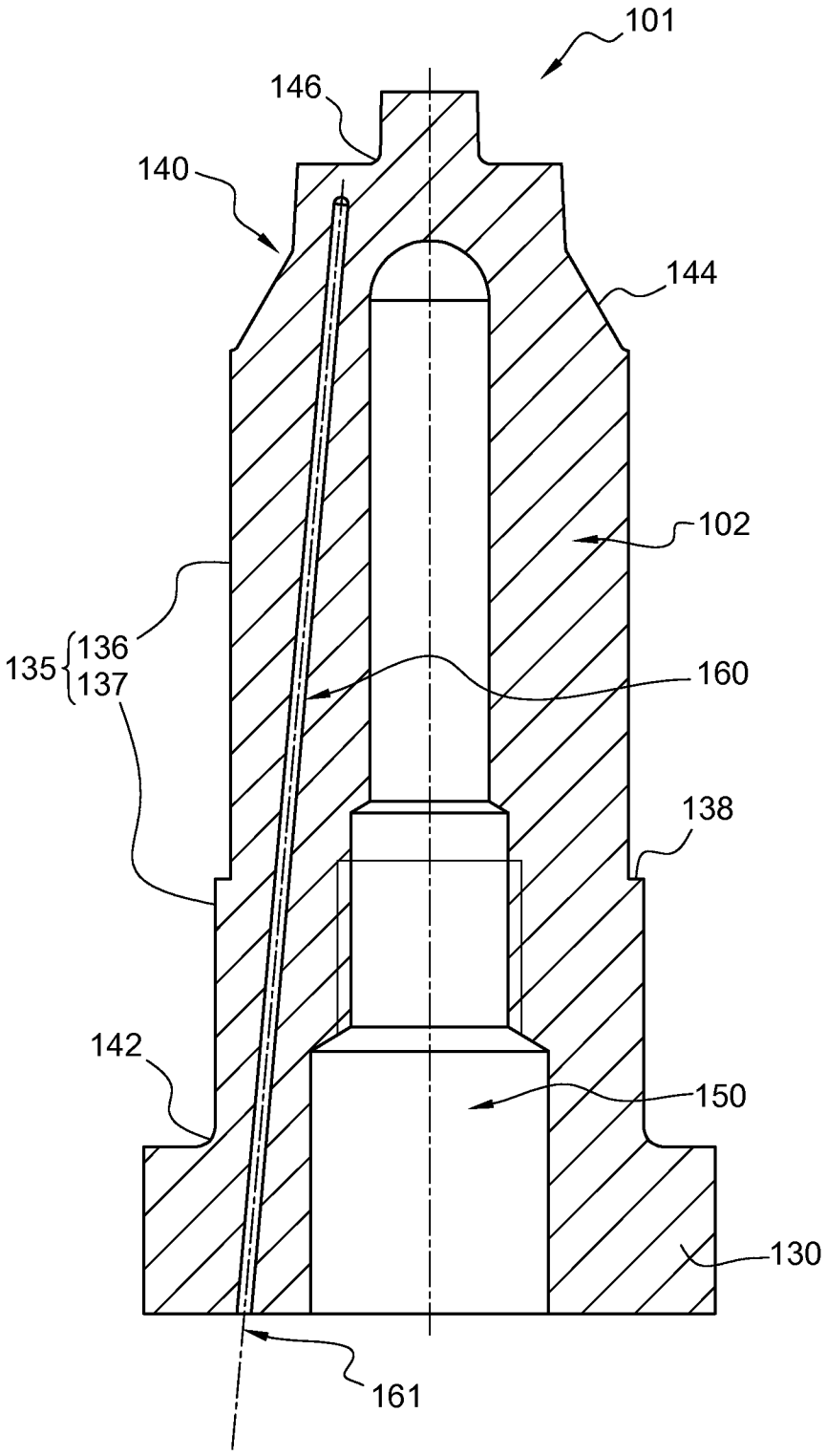


Fig. 4

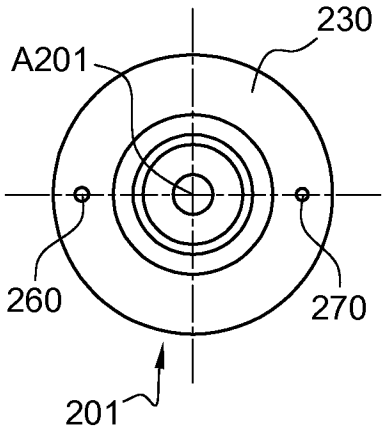

230
A201
260
270
201

Fig. 3

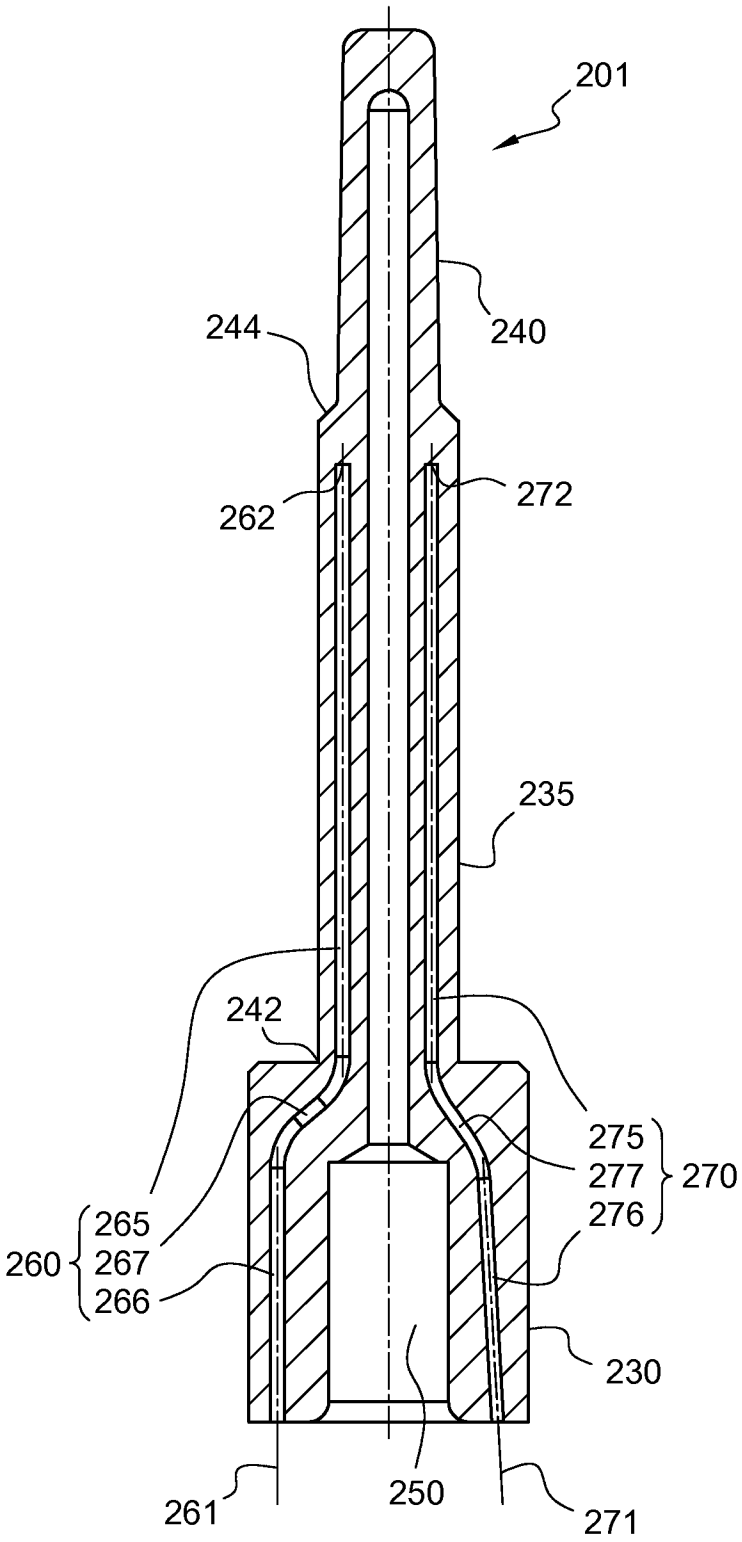

201
240
244
262
272
235
242
275
277
276
270
265
267
266
260
230
261
250
271

Fig. 6

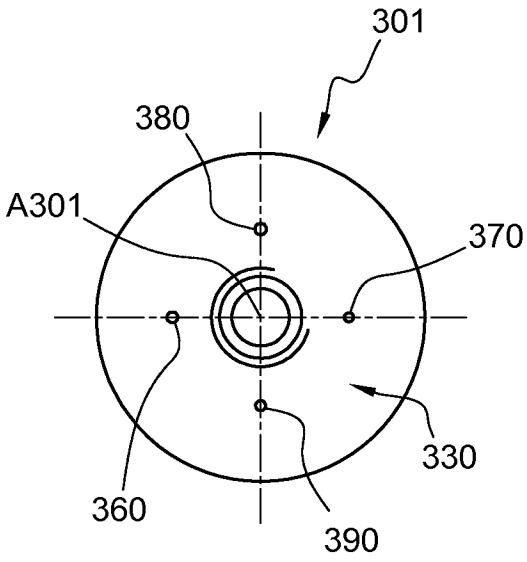

301
380
A301
370
330
360
390

Fig. 5

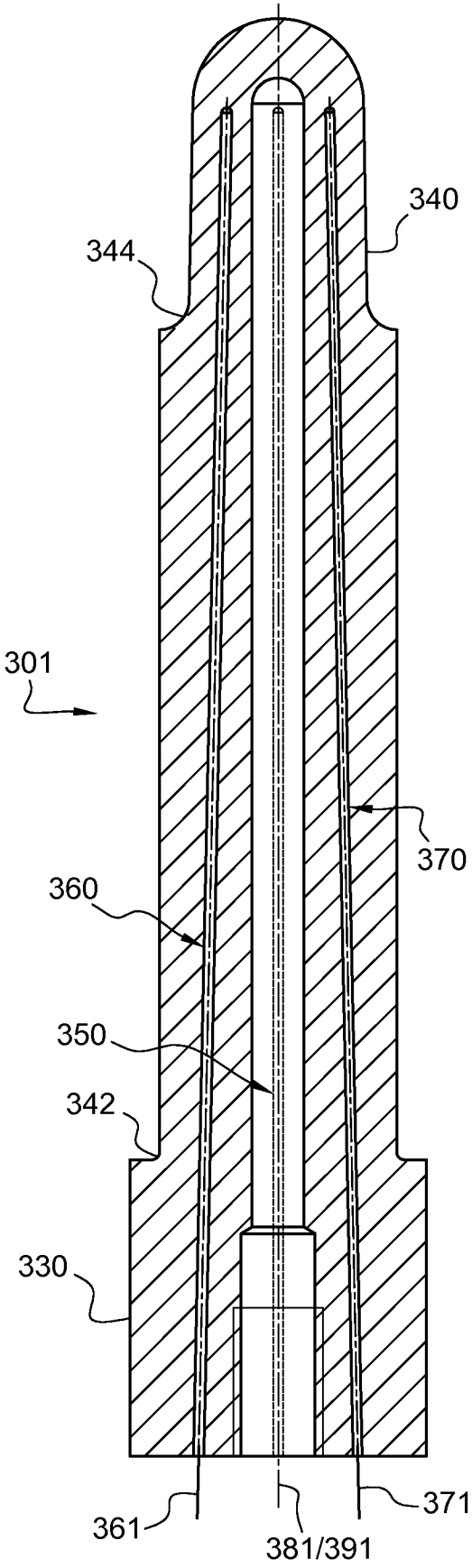
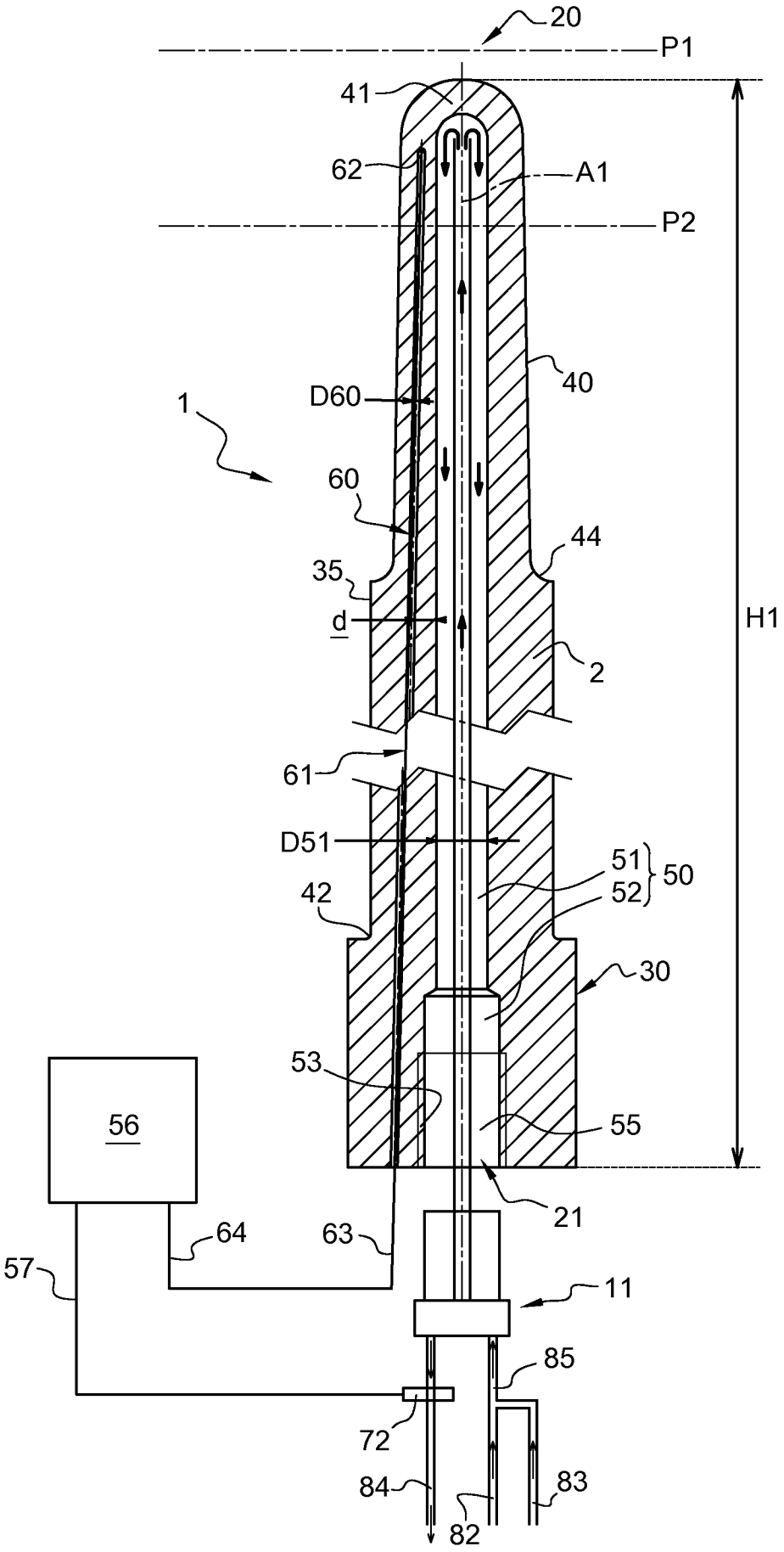

340
344
301
370
360
350
342
330
371
361
381/391

Fig. 7


20
P1
41
62
A1
P2
40
D60
1
60
44
35
d
H1
2
61
D51
51
50
52
42
30
53
55
56
21
64
63
57
11
85
72
84
83
82

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/FR2019/051641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B22C 9/06(2006.01)i; ***B22D 17/22***(2006.01)i; ***B29C 45/73***(2006.01)i; ***B22D 17/32***(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)

B22C; B22D; B29C

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.
Y	EP 3315226 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 02 May 2018 (2018-05-02)	15-18
A	paragraphs [0012] - [0014], [0020] - [0021]; figure 4a	1-14,19
	Thomson Scientific, London, GB; , Vol. 1987, No. 42, AN 1987-294360, Retrieved from: DATABASE WPI [online] XP002794942	
X	& JP S62204915 A (DAIWA KOGYO CO) 09 September 1987 (1987-09-09)	1-14
Y	abstract; figures 1-3	15-18
A		19
A	JP H091313 A (AICHI MACHINE IND) 07 January 1997 (1997-01-07) abstract; figure 3	1-19
A	JP S61176460 A (FUSO LIGHT ALLOYS CO LTD) 08 August 1986 (1986-08-08) abstract; figures 1,2	1-19

☐ 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 October 2019	**20 November 2019**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Rischard, Marc** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/FR2019/051641

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP 3315226 A1	02 May 2018	CN 107735194 A	23 February 2018
		EP 3315226 A1	02 May 2018
		JP 6512290 B2	15 May 2019
		JP WO2016208027 A1	12 April 2018
		KR 20180005746 A	16 January 2018
		MX 364566 B	02 May 2019
		US 2018141110 A1	24 May 2018
		WO 2016208027 A1	29 December 2016
JP S62204915 A	09 September 1987	NONE	
JP H091313 A	07 January 1997	NONE	
JP S61176460 A	08 August 1986	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2019/051641

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B22C9/06 B22D17/22 B29C45/73 B22D17/32
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)
B22C B22D B29C

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
Y	EP 3 315 226 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 2 mai 2018 (2018-05-02)	15-18
A	alinéas [0012] - [0014], [0020] - [0021]; figure 4a	1-14,19

X	DATABASE WPI Week 198742 Thomson Scientific, London, GB; AN 1987-294360 XP002794942, -& JP S62 204915 A (DAIWA KOGYO CO) 9 septembre 1987 (1987-09-09)	1-14
Y	abrégé; figures 1-3	15-18
A		19

A	JP H09 1313 A (AICHI MACHINE IND) 7 janvier 1997 (1997-01-07) abrégé; figure 3	1-19

	-/--	

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] 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 octobre 2019	20/11/2019

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	Rischard, Marc

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2019/051641

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	JP S61 176460 A (FUSO LIGHT ALLOYS CO LTD) 8 août 1986 (1986-08-08) abrégé; figures 1,2 -----	1-19

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2019/051641

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3315226 A1	02-05-2018	CN 107735194 A	23-02-2018
		EP 3315226 A1	02-05-2018
		JP 6512290 B2	15-05-2019
		JP WO2016208027 A1	12-04-2018
		KR 20180005746 A	16-01-2018
		MX 364566 B	02-05-2019
		US 2018141110 A1	24-05-2018
		WO 2016208027 A1	29-12-2016
JP S62204915 A	09-09-1987	AUCUN	
JP H091313 A	07-01-1997	AUCUN	
JP S61176460 A	08-08-1986	AUCUN	