



(51) Classification internationale des brevets :
B22C 7/02 (2006.01) *B29C 45/14* (2006.01)
B22C 21/14 (2006.01)

Bois (FR). **VERGER, Jean-Louis, Martial** [FR/FR]; 98
Avenue Anatole France, F-93140 Bondy (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2011/052410

(74) Mandataires : **DAVID, Daniel** et al.; Gevers France,
23bis rue de Turin, F-75008 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international :
14 octobre 2011 (14.10.2011)

(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, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, 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.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1058507 19 octobre 2010 (19.10.2010) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
SNECMA [FR/FR]; société anonyme, 2 Boulevard du
Général Martial Valin, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(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, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
POURFILET, Patrick [FR/FR]; 22, rue du Maine,
F-92600 Asnieres Sur Seine (FR). **QUACH, Daniel** [FR/
FR]; 26 Avenue Victor Hugo, F-94120 Fontenay Sous

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : INJECTION MOLD FOR A WAX MODEL OF A TURBINE BLADE HAVING AN ISOSTATIC CORE HOLDER

(54) Titre : MOULE D'INJECTION POUR MODELE EN CIRE D'UNE AUBE DE TURBINE A SUPPORT DU NOYAU ISOSTATIQUE

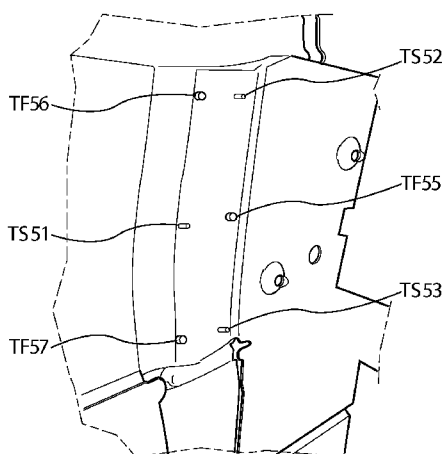


Fig.5

(57) Abstract : The invention relates to an injection mold for producing a model of a turbine engine blade, comprising a top surface that folds onto a bottom surface, both surfaces having long rods for supporting a core (2) for generating cooling cavities inside the blade, wherein said long rods of the bottom surface are to contact a first surface (12) of the airfoil at bearing points (A51 to A53), and said long rods of the top surface are to contact a second surface of said airfoil at clamping points. The injection mold is characterized in that it also comprises at least one short rod (TF51 to TF53, TF55 to TF57) extending from one of the surfaces of the mold and pointing towards a false point (F51 to F53, F55 to F57) located on one of the surfaces (12b, 22b) of the airfoil (2b), the length of the short rod being shorter than the distance between the surface of the mold and the surface of the blade at the aforementioned false point, and the difference between said length and said distance being equal to the tolerance in relation to the positioning of the false point in the event of a deformation of the core.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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

Publiée :

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

Moule d'injection pour la réalisation d'un modèle d'une aube de turbomachine, comportant une face supérieure se rabattant sur une face inférieure, les deux faces portant des tiges longues de support d'un noyau (2) destiné à générer des cavités de refroidissement à l'intérieur de l'aube, lesdites tiges longues de la face inférieure étant destinées à venir en contact avec une première face (12) de la pale au niveau de points d'appui (A51 à A53) et lesdites tiges longues de la face supérieure étant destinées à venir en contact avec une seconde face de ladite pale au niveau de points de serrage. Il est caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins une tige courte (TF51 à TF53, TF55 à TF57) s'étendant à partir d'une des faces du moule et pointant vers un faux point (F51 à F53, F55 à F57) positionné sur une des faces (12b, 22b) de la pale (2b), la longueur de ladite tige courte étant inférieure à la distance existant entre la face du moule et celle de la pale au niveau dudit faux point et la différence entre ladite longueur et ladite distance étant égale à la tolérance sur le positionnement dudit faux point dans le cas d'une déformation du noyau.

MOULE D'INJECTION POUR MODÈLE EN CIRE D'UNE AUBE DE TURBINE A SUPPORT DU NOYAU ISOSTATIQUE

Le domaine de la présente invention est celui de la fabrication
5 de pièces pour turbomachines et, plus particulièrement celui de la
fabrication de leurs aubes de turbine par la technique de fonderie dite à
cire perdue.

La technique de la fonderie à cire perdue consiste en premier
lieu à réaliser un modèle en cire, ou en un tout autre matériau facilement
10 éliminable par la suite, de la pièce à réaliser ; ce modèle comprend une
pièce interne formant un noyau céramique qui figure les cavités que l'on
souhaite voir apparaître à l'intérieur de l'aubage. Le modèle en cire est
ensuite trempé plusieurs fois dans des barbotines constituées d'une
suspension de particules céramiques pour confectionner, par des
15 opérations dite de stuccage et de séchage, un moule carapace.

On procède ensuite au décirage du moule carapace, qui est une
opération par laquelle on élimine de la carapace la cire ou le matériau
constituant le modèle d'origine. Après cette élimination, on obtient un
moule céramique dont la cavité reproduit toutes les formes de l'aube et
20 qui renferme encore le noyau céramique destiné à générer les cavités
internes de celle-ci. Le moule subit ensuite un traitement thermique à
haute température ou « cuisson » qui lui confère les propriétés
mécaniques nécessaires.

Le moule carapace est alors prêt pour la fabrication de la pièce
25 métallique par coulée. Après contrôle de l'intégrité interne et externe du
moule carapace, l'étape suivante consiste à couler un métal en fusion,
qui vient occuper les vides entre la paroi intérieure du moule carapace et
le noyau, puis à le solidifier. Dans le domaine de la fonderie à cire
perdue, on distingue actuellement plusieurs techniques de solidification,
30 donc plusieurs techniques de coulée, selon la nature de l'alliage et les
propriétés attendues de la pièce résultant de la coulée. Il peut s'agir de
solidification dirigée à structure colonnaire (DS), de solidification
dirigée à structure monocristalline (SX) ou de solidification équiaxe
(EX).

35 Après la coulée de l'alliage, on casse la carapace par une
opération de décochage. Au cours d'une autre étape, on élimine

chimiquement le noyau céramique qui est resté enfermé dans l'aube obtenue. L'aube métallique obtenue subit ensuite des opérations de parachèvement qui permettent d'obtenir la pièce finie.

Des exemples de réalisation d'aubes de turbine par la technique
5 de fonderie à la cire perdue sont donnés dans les demandes de brevets FR2875425 et FR2874186 de la demanderesse.

Pour former le modèle en cire de l'aube on utilise un outillage, ou moule d'injection cire, dans lequel on place le noyau puis on injecte la cire liquide par un canal prévu à cet effet.

10 Il convient de placer ce noyau de façon extrêmement précise dans le moule d'injection car tout décalage dans son positionnement se traduira par des non conformités de l'épaisseur des parois de l'aube. Le métal de l'aube étant soumis à des températures très importantes, ces défauts se traduiraient par des durées de vie de l'aube fortement réduites.
15 Il convient donc de garantir avec une grande précision la place qu'occupe le noyau dans le moule. Pour cela les moules actuellement utilisés comportent des petites tiges verticales qui viennent soutenir le noyau. A ces tiges correspondent des points d'appui sur une face du noyau (extrados ou intrados), qui constituent un référentiel pour le
20 positionnement du noyau par rapport à l'empreinte inférieure du moule. Une seconde série de tiges, qui correspondent spatialement aux tiges des points d'appui précédents, s'étend de la face supérieure du moule pour former des points de serrage sur la seconde face du noyau. Tel que serré entre les tiges des points d'appui et celles des points de serrage, le noyau
25 est alors correctement et solidement positionné dans le moule d'injection.

Dans la pratique actuelle le moule comprend des tiges sur ses empreintes d'extrados et d'intrados comme suit : quatre tiges correspondant à des points d'appui sur le noyau servent à soutenir le noyau par l'extrados de sa pale ; elles sont orientées sensiblement
30 verticalement. Les deux derniers points d'appui servent de butée latérale au noyau dans le moule ; à ces quatre points d'appui de l'extrados correspondent quatre points de serrage sur l'intrados du noyau en vis-à-vis des quatre points d'appui de l'extrados. Un exemple du positionnement des points d'appui et des points de serrage dans l'art
35 antérieur est donné dans les demandes de brevet EP 1775054, EP 0099215 ou GB 2073094 ; il est également montré sur les figures 2 et 3.

Alors que les tiges de maintien et de serrage ont pour longueur l'épaisseur que l'on veut donner aux parois de l'aube et seront dénommées tiges longues dans la suite du présent document, les deux faces du moule comportent également des tiges complémentaires plus courtes, situés en face de points sur l'aube dénommés faux points et dénommées de ce fait tiges courtes. Ces dernières s'étendent elles aussi verticalement, mais ont une longueur légèrement inférieure à celle des tiges des points d'appui et des points de serrage, de sorte qu'elles n'entrent normalement pas en contact avec les faces (extrados ou intrados) du noyau. Elles ont pour objet de ne venir en contact avec le noyau que dans des cas de déformation de celui-ci et créent ainsi une enveloppe de tolérance autour du noyau. Pour cela leur longueur s'étend jusqu'à, par exemple, 5/100ème de millimètre de la tolérance maximale du noyau. Il s'ensuit que, si le noyau est mal placé et dépasse cette enveloppe de tolérance de 5/100ème de millimètre, les tiges courtes viennent en contact avec les faux points à la surface du noyau et, soit rendent impossible la fermeture du moule, soit provoquent la rupture du noyau lors de la fermeture du moule d'injection, rendant alors l'injection impossible. Ainsi, seuls les noyaux dont les dimensions se situent dans l'enveloppe de tolérance peuvent servir à l'injection d'un modèle en cire. Il vaut en effet mieux que le noyau casse à cette étape plutôt que la cire soit injectée autour du noyau avec une mauvaise épaisseur de paroi en cire. Le respect des épaisseurs de paroi sur la pièce métallique est ainsi assuré.

Le problème rencontré avec un dispositif de positionnement du noyau tel que décrit ci-dessus est que le noyau peut encore être déformé ou prendre une mauvaise position lors de son positionnement et de son serrage dans le moule en cire. Le noyau est en effet tenu et positionné au niveau des quatre points d'appui et des quatre points de serrage, qui sont préférentiellement positionnés au niveau des extrémités haute et basse du bord d'attaque et du bord de fuite de la pale du noyau. Mais, ainsi positionné et serré, le noyau est bridé et peut être soumis à des contraintes de positionnement et de serrage trop importantes.

Le noyau, étant naturellement légèrement vrillé avant son positionnement et le serrage dans le moule d'injection en cire, peut subir, de la part des points d'appui et de serrage, un redressage trop important.

Il peut alors se casser ou bien prendre une position donnée qui se relâchera lors de l'ouverture du moule. Ce relâchement de contrainte peut être encore plus important lors de l'opération de décirage du modèle en cire dans la carapace. La variation de la position du noyau lors de ce
5 décirage peut alors entraîner des défauts d'épaisseur des parois sur la pièce métallique après coulée.

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients en proposant un système de positionnement d'un noyau dans un moule d'injection pour modèle en cire qui ne présente pas
10 certains des inconvénients de l'art antérieur et, en particulier, qui évite l'apparition de contraintes dans la pale du noyau lors de son installation dans le moule et lors de l'injection de la cire.

A cet effet, l'invention a pour objet un moule d'injection pour la réalisation d'un modèle d'une aube de turbomachine à réaliser par la
15 technique de la fonderie à cire perdue, comportant une face supérieure se rabattant sur une face inférieure, les deux faces présentant en creux une empreinte reproduisant la forme extérieure de l'aube à réaliser et portant des tiges longues de support d'un noyau destiné à générer des cavités de refroidissement à l'intérieur de l'aube, ledit noyau ayant la forme d'une
20 pale comprise entre un pied et un talon, lesdites tiges longues de la face inférieure étant destinées à venir en contact avec une première face de la pale au niveau de points d'appui et lesdites tiges longues de la face supérieure étant destinées à venir en contact avec une seconde face de ladite pale au niveau de points de serrage, chaque point de serrage de la
25 seconde face étant positionné en regard d'un point d'appui de la première face, caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins une tige courte s'étendant à partir d'une des faces du moule et pointant vers un faux point positionné sur une des faces de la pale, la longueur de ladite tige courte étant inférieure à la distance existant entre la face du moule et celle de la
30 pale au niveau dudit faux point et la différence entre ladite longueur et ladite distance étant égale à la tolérance sur le positionnement dudit faux point dans le cas d'une déformation du noyau.

Par tolérance sur le positionnement d'un point on entend la déformation maximale acceptable en ce point. Avec la longueur
35 spécifiée pour la tige courte on s'assure que si le noyau vient en contact avec la tige courte il y aura dépassement des tolérances fixées pour la

déformation du noyau et donc que l'interférence avec la tige courte déclenchera soit une impossibilité de fermeture du moule soit une rupture du noyau.

Avantageusement le nombre des couples constitués d'une tige associée à un point d'appui sur la première face et d'une tige associée à un point de serrage sur la seconde face de la pale du noyau est au plus égal à 3. La limitation à trois du nombre de points d'appui et de points de serrage correspondants sur l'aube permet un maintien de la pale du noyau sans contrainte de torsion ou de flexion sur cette pale et donc l'absence de mouvement indésirable du noyau avant ou pendant l'injection de cire. Dans le cas de trois couples de tiges, on obtient un maintien isostatique de la pale du noyau, donc sans contrainte néfaste.

Dans un mode particulier de réalisation les couples de tiges longues sont associées à des points d'appui sur ladite première face et à des points de serrage sur ladite seconde face, positionnés pour un premier couple au niveau du milieu de la pale, du côté du bord de fuite, et pour les deux autres couples au niveau des extrémités haute et basse de la pale du côté du bord d'attaque.

Dans un autre mode particulier de réalisation les couples de tiges longues sont associées à des points d'appui sur ladite première face et à des points de serrage sur ladite seconde face, positionnés pour un premier couple au niveau du milieu de la pale, du côté du bord d'attaque, et pour les deux autres couples au niveau des extrémités haute et basse de la pale du côté du bord de fuite.

De façon préférentielle ladite tige courte est positionnée longitudinalement au niveau d'un des points d'appui ou de serrage d'une des faces de la pale, et latéralement du côté du bord d'attaque ou du bord de fuite opposé à celui sur lequel est positionné ledit point d'appui ou de serrage.

De façon plus préférentielle des tiges courtes pointent vers trois faux points d'une même face, lesdits faux points étant positionnés en quinconce par rapport aux points d'appui ou de serrage de ladite face.

De façon encore plus préférentielle des tiges courtes pointent vers trois faux points sur chacune des faces de la pale du noyau, lesdits faux points étant positionnés sur chaque face en quinconce par rapport aux points d'appui ou de serrage.

La disposition en quinconce par rapport aux points d'appui et de serrage procure une répartition plus homogène et un contrôle de l'épaisseur des parois de l'aube en des points plus éloignés les uns des autres.

5 Avantageusement les tiges sont de forme cylindrique présentant des extrémités épousant la forme locale du noyau. On évite ainsi des marquages sur la surface du noyau et des déformations locales de celui-ci.

10 Préférentiellement les tiges courtes ont un diamètre supérieur à celui des tiges longues.

Dans un mode particulier de réalisation les tiges courtes ont une longueur inférieure de 5/100ème de millimètre à celle des tiges longues.

15 L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative détaillée qui va suivre, d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, en référence aux dessins schématiques annexés.

Sur ces dessins :

20 - la figure 1 est une vue de dessus d'un noyau en position sur la face inférieure d'un moule, en place avant la fermeture du moule et une injection de cire ;

- la figure 2 est une vue de face de l'extrados d'un noyau destiné à être implanté dans un moule d'injection, selon l'art antérieur ;

25 - la figure 3 est une vue de face de l'intrados d'un noyau destiné à être implanté dans un moule d'injection, selon l'art antérieur ;

- la figure 4 est une vue de biais de l'empreinte extrados d'un moule d'injection selon un mode de réalisation de l'invention ;

30 - la figure 5 est une vue de biais de l'empreinte intrados d'un moule d'injection selon un mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 6 est une vue de face de l'extrados d'un noyau destiné à être implanté dans un moule d'injection selon un mode de réalisation de l'invention ;

35 - la figure 7 est une vue de face de l'intrados d'un noyau destiné à être implanté dans un moule d'injection selon un mode de réalisation de l'invention, et

- la figure 8 est une vue en coupe du noyau de la figure 1 et du moule d'injection, pratiquée au niveau d'un des points d'appui et d'un des faux points.

En se référant à la figure 1, on voit la surface inférieure d'un moule d'injection 1, formant une empreinte pour l'extrados d'une aube de turbine. Sur cette surface inférieure est déposé, par sa face extrados, un noyau céramique 2 ayant sensiblement la forme d'une aube avec un pied 2a, une pale 2b s'étendant entre un bord d'attaque 3 et un bord de fuite 4, et un talon 2c. Dans la suite du texte les mentions longitudinale ou transversale se rapportent, respectivement, à la direction reliant le pied 2a au talon 2c de l'aube et à la direction reliant le bord d'attaque 3 au bord de fuite 4.

La face extrados de la pale 2b est en contact avec des tiges longues (non visibles sur la figure) portées par la surface de l'empreinte d'extrados du moule. Le moule 1 est réalisé en trois morceaux portés par une semelle, un bloc pied 1a, un bloc pale 1b et un bloc talon 1c, sur lesquels reposent respectivement le pied 2a, la pale 2b et le talon 2c du noyau 2. Dans la version représentée, les blocs talon et tête sont mobiles par rapport à la semelle du moule 1, pour servir d'éjecteurs au modèle en cire une fois que l'injection a été réalisée ; le bloc pale 2b est, quant à lui, fixe et rigidement lié à la semelle du moule 1.

En référence maintenant aux figures 2 et 3 on voit respectivement l'extrados 12 (avec la face extrados de son pied 12a, de sa pale 12b et de son talon 12c) et l'intrados 22 (avec la face intrados de son pied 22a, de sa pale 22b et de son talon 22c) d'un noyau 2 destiné à être placé dans le moule 1 selon l'art antérieur, pour une injection de cire.

Sur l'extrados 12 sont figurés, sous la forme de cercles noircis, des points d'appui A1 à A6 sur lesquels viendront s'appuyer les tiges longues s'étendant de la surface inférieure du moule 1 et, sous la forme de cercles transparents, la position de faux points F1 à F4 situés en face des tiges courtes qui délimitent l'enveloppe de tolérance pour l'extrados de l'aube. De même sur l'intrados 11 sont figurés, sous la forme de cercles noircis, des points de serrage S1 à S4 sur lesquels viendra s'appliquer la pression exercée par la surface supérieure du moule lors de la fermeture de celui-ci et la position de faux points F5 à F7 situés en

face des tiges courtes de délimitation de l'enveloppe de tolérance pour l'intrados de l'aube.

Dans l'art antérieur des figures 2 et 3, les six points d'appui sont répartis de la façon suivante : quatre points A1 à A4 sont positionnés au
5 niveau des extrémités haute et basse de l'extrados de la pale 12b, du côté du bord d'attaque 3 pour deux d'entre eux et du côté du bord de fuite 4 pour les deux autres ; les deux derniers points d'appui A5 et A6 sont positionnés pour le premier sur le pied et pour le second sur le talon du noyau. Ces deux derniers points d'appui sont orientés de façon à
10 maintenir le noyau en butée contre le moule dans les deux directions de son plan médian.

Les faux points sont, quant à eux, positionnés, pour deux d'entre eux, F1 et F2, au niveau du milieu de l'extrados 12b de la pale, du côté respectivement du bord d'attaque 3 et du bord de fuite 4 comme le
15 sont les points d'appui du bord d'attaque et du bord de fuite qui les encadrent, et pour les deux suivants F3 et F4, sur la face extrados du pied 12a du noyau.

Du côté de l'intrados les quatre points de serrage S1 à S4 sont positionnés en regard des quatre premiers points d'appui A1 à A4, c'est-à-dire au niveau des extrémités haute et basse de l'intrados 22b de la
20 pale, du côté du bord de fuite 4 pour les deux premiers et du côté du bord d'attaque 3 pour les deux autres. Trois faux points F5 à F7 sont positionnés sur l'intrados 22 du noyau, deux F5 et F6 au milieu de l'intrados 22b de la pale, transversalement en regard des faux points F1 et F2 de l'extrados, et le troisième F7 sur la face intrados 22a du pied du
25 noyau.

En se référant aux figures 4 à 7, on va maintenant décrire le référencement du positionnement d'un noyau 2 dans un moule d'injection 1 présentant des tiges longues et des tiges courtes selon l'invention.

30 La figure 4 montre l'empreinte située sur la face inférieure d'un moule d'injection, dite empreinte extrados, qui est destinée à recevoir l'extrados d'un noyau 2. Cette empreinte extrados porte six tiges, trois tiges longues référencées TA51 à TA53 qui sont destinées à venir contre des points d'appui A51 à A53 sur l'extrados du noyau 2 et trois tiges
35 courtes, référencées TF51 à TF53, qui sont destinées à vérifier

l'épaisseur de la paroi de l'aube au niveau de trois faux points F51 à F53 sur le noyau 2.

De même, la figure 5 montre l'empreinte située sur la face supérieure du moule d'injection. Cette empreinte intrados porte elle aussi
5 six tiges, trois tiges longues TS51 à TS 53 et trois tiges courtes TF55 à TF57, correspondants à trois points de serrage, S51 à S53, et trois faux points, F55 à F57, sur la face intrados du noyau 2.

Les tiges longues ont un diamètre relativement réduit car leurs extrémités sont en contact avec la surface du noyau et la présence de ces
10 tiges longues se traduira par un tube creux dans le modèle en cire de l'aube. Il convient donc de minimiser cette interférence existant entre le noyau et les tiges longues par une réduction la plus importante possible leur diamètre. En revanche les tiges courtes ont pour rôle d'opposer une résistance lors de la fermeture du moule si le noyau est mal positionné.
15 Leur diamètre est donc supérieure à celui des tiges longues.

En référence aux figures 6 et 7 on voit que le positionnement des tiges longues du moule 1 est défini de façon que la pale 2b ne comporte que trois points d'appui A51 à A53 et trois points de serrage S51 à S53, les trois autres points d'appui A54 à A56 étant reportés sur le
20 pied 2a et sur le talon 2c du noyau.

Les tiges longues du moule sont positionnées de sorte que trois points d'appui du côté de l'extrados se trouvent, pour le premier A51 positionné au milieu de l'extrados 12b de la pale, du côté du bord de fuite 4, et pour les suivants A52 et A53 au niveau des extrémités haute et
25 basse de la pale 12b du noyau, du côté du bord d'attaque 3. Les points de serrage S51 à S53 sont positionnés sur l'intrados 22b du noyau en regard de ces trois points d'appui. Alternativement un positionnement symétrique, avec le point A51 situé du côté du bord d'attaque et les points A52 et A53 situés du côté du bord de fuite, pourrait aussi bien être
30 mis en œuvre.

Les trois derniers points d'appui A54 à A 56 sont positionnés sur des faces du noyau qui sont transverses au plan médian de celui-ci, de façon à venir en butée contre le moule 1 et bien positionner le noyau par des translations dans ce plan médian.

35 Des faux points, F51 à F53 pour l'extrados 12b et F55 à F57 pour l'intrados 22b, sont par ailleurs positionnés sur la pale 2b du noyau

2. Sur l'extrados 12b comme sur l'intrados 22b ils sont positionnés longitudinalement au même niveau que les points d'appui ou de serrage sur la pale, c'est-à-dire au milieu de celle-ci et à ses deux extrémités, mais du côté, bord d'attaque ou bord de fuite, qui ne comporte pas déjà
5 de point d'appui ou de serrage. On dit que ces faux points sont positionnés en quinconce par rapport aux points d'appui pour le côté extrados, et par rapport aux points de serrage pour le côté intrados.

En se référant maintenant à la figure 8 on voit, en coupe, un noyau 2 en position dans un moule d'injection 1. Le noyau est maintenu
10 en place dans le moule, entre autres, par un couple de tiges longues d'appui TA53 et TS 53 et il présente deux tiges courtes TF53 et TF57 qui ne viennent pas en contact avec la surface du noyau, celui-ci étant correctement placé dans le moule. On constate que les bouts des tiges longues sont profilés de façon s'adapter à la forme du noyau au niveau de
15 ses points d'appui correspondants. De façon analogue les bouts des tiges courtes sont profilés de façon à reproduire la forme qu'a le noyau au niveau de ses faux points que les tiges courtes sont susceptibles de toucher. On évite ainsi un marquage du noyau dans le cas où le moule est refermé alors que le noyau n'est pas correctement placé.

20

L'apport de l'invention pour la résistance du noyau 2 lors de son installation dans le moule 1 ou lors de l'injection de la cire peut s'expliquer comme suit :

Le bord d'attaque 3 du noyau 2 est positionné et serré à ses
25 extrémités haute et basse et le bord de fuite 4 n'est positionné et serré que par un seul point qui est situé au centre de ce bord de fuite. Cela permet de centrer le noyau de manière plus adaptée dans la cire. Le noyau 2 est ainsi moins contraint dans le moule d'injection car le bord de fuite 4 a, à ses extrémités, plus de latitude pour se positionner librement.

30 La pale 2b du noyau 2 est positionnée par seulement trois points, serrés par les tiges longues TA51 à TA 53 et TS51 à TS53, entre, d'une part, les points d'appui A51 à A53 pour l'extrados et, d'autre part, les points de serrage S51 à S53 pour l'intrados, ce qui lui assure un positionnement isostatique. On génère ainsi une absence de tension de
35 flexion ou de vrillage qui génèreraient des contraintes dans le noyau et par suite des risques de cassure ou de mauvais placement dans le moule

1 ; on évite ainsi l'apparition de défauts dans l'épaisseur des parois délimitant les cavités internes de l'aube réalisée après la fonderie.

En modifiant la disposition, d'une part des points d'appui à l'extrados 12 et, d'autre part des points de serrage à l'intrados 22 du
5 noyau 2, ainsi que la position des points d'appui au pied 2a et au talon 2c du noyau, on modifie la répartition des contraintes qui sont appliquées au noyau 2 lors de son positionnement et de son serrage dans le moule d'injection 1. En étant moins contraint, le noyau se déforme moins lors
10 du décirage de la carapace. Les épaisseurs de parois sur la pièce métallique issue de la fonderie sont ainsi mieux respectées.

L'invention a été décrite en positionnant un point d'appui sur le bord de fuite de l'extrados et deux points d'appui sur son bord d'attaque ;
15 il est bien évident que le positionnement peut être réalisé de façon symétrique avec un point d'appui du côté du bord d'attaque et deux points d'appui sur le bord de fuite. Le positionnement des points de serrage sur l'intrados est alors adapté en conséquence. De même la description a été faite avec le côté extrados déposé sur la face inférieure
20 du moule et présentant les points d'appui ; l'invention pourrait également être mise en œuvre si c'était la face intrados qui était déposée contre la face inférieure du moule et ses tiges longues de soutien.

REVENDICATIONS

1. Moule d'injection pour la réalisation d'un modèle d'une aube de turbomachine à réaliser par la technique de la fonderie à cire perdue, comportant une face supérieure se rabattant sur une face inférieure, les deux faces présentant en creux une empreinte reproduisant la forme extérieure de l'aube à réaliser et portant des tiges longues (TA51 à TA53, TS51 à TS53) de support d'un noyau (2) destiné à générer des cavités de refroidissement à l'intérieur de l'aube, ledit noyau ayant la forme d'une pale (2b) comprise entre un pied (2a) et un talon (2b), lesdites tiges longues de la face inférieure (TA51 à TA53) étant destinées à venir en contact avec une première face (12) de la pale (2b) au niveau de points d'appui (A51 à A53) et lesdites tiges longues de la face supérieure (TS51 à TS53) étant destinées à venir en contact avec une seconde face (22) de ladite pale au niveau de points de serrage (S51 à S53), chaque point de serrage de la seconde face étant positionné en regard d'un point d'appui de la première face, caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins une tige courte (TF 51 à TF 53, TF55 à TF57) s'étendant à partir d'une des faces du moule et pointant vers un faux point (F51 à F53, F55 à F57) positionné sur une des faces (12b, 22b) de la pale 2(b), la longueur de ladite tige courte étant inférieure à la distance existant entre la face du moule et celle de la pale au niveau dudit faux point et la différence entre ladite longueur et ladite distance étant égale à la tolérance sur le positionnement dudit faux point dans le cas d'une déformation du noyau.

2. Moule d'injection selon la revendication 1 dans lequel le nombre de couples (TA51 et TS51, TA52 et TS 52, TA53 et TS53) constitués d'une tige associée à un point d'appui sur la première face et d'une tige associée à un point de serrage sur la seconde face de la pale (2b) du noyau (2), est au plus égal à 3.

3. Moule d'injection selon la revendication 2 dans lequel lesdits couples de tiges longues sont associées à des points d'appui sur ladite première face (12) et à des points de serrage sur ladite seconde face (22), positionnés pour un premier couple (TA51 et TS51) au niveau du milieu de la pale (2b), du côté du bord de fuite (4), et pour les deux

autres couples (TA52 et TS52, TA53 et TS53) au niveau des extrémités haute et basse de la pale (2b) du côté du bord d'attaque (3).

4. Moule d'injection selon la revendication 2 dans lequel lesdits couples de tiges longues sont associées à des points d'appui sur ladite première face (12) et à des points de serrage sur ladite seconde face (22), positionnés pour un premier couple au niveau du milieu de la pale (2b), du côté du bord d'attaque (3), et pour les deux autres couples au niveau des extrémités haute et basse de la pale (2b) du côté du bord de fuite (4).

10 5. Moule d'injection selon l'une des revendications 1 à 4 dans lequel ladite tige courte est positionnée longitudinalement au niveau d'un des points d'appui ou de serrage d'une des faces (12b, 22b) de la pale 2(b), et transversalement du côté du bord d'attaque ou du bord de fuite opposé à celui sur lequel est positionné ledit point d'appui ou de serrage.

15 6. Moule d'injection selon la revendication 5 dans lequel des tiges courtes (TF51 à TF53, TF55 à TF57) pointent vers trois faux points d'une même face (12b, 22b), lesdits faux points (F51 à F53, F55 à F57) étant positionnés en quinconce par rapport aux points d'appui (A51 à A53, S51 à S53) ou de serrage de ladite face.

20 7. Moule d'injection selon la revendication 6 dans lequel des tiges courtes (TF51 à TF53, TF55 à TF57) pointent vers trois faux points sur chacune des faces de la pale (2b) du noyau (2), lesdits faux points (F51 à F53, F55 à F57) étant positionnés sur chaque face en quinconce par rapport aux points d'appui ou de serrage (A51 à A53, S51 à S53).

25 8. Moule d'injection selon l'une des revendications 1 à 7 dans lequel les tiges sont de forme cylindrique présentant des extrémités épousant la forme locale du noyau.

9. Moule d'injection selon l'une des revendications 6 à 8 dans lequel les tiges courtes ont un diamètre supérieur à celui des tiges
30 longues.

10. Moule d'injection selon l'une des revendications 6 à 9 dans lequel les tiges courtes ont une longueur inférieure de 5/100ème de millimètre à celle des tiges longues.

1/3

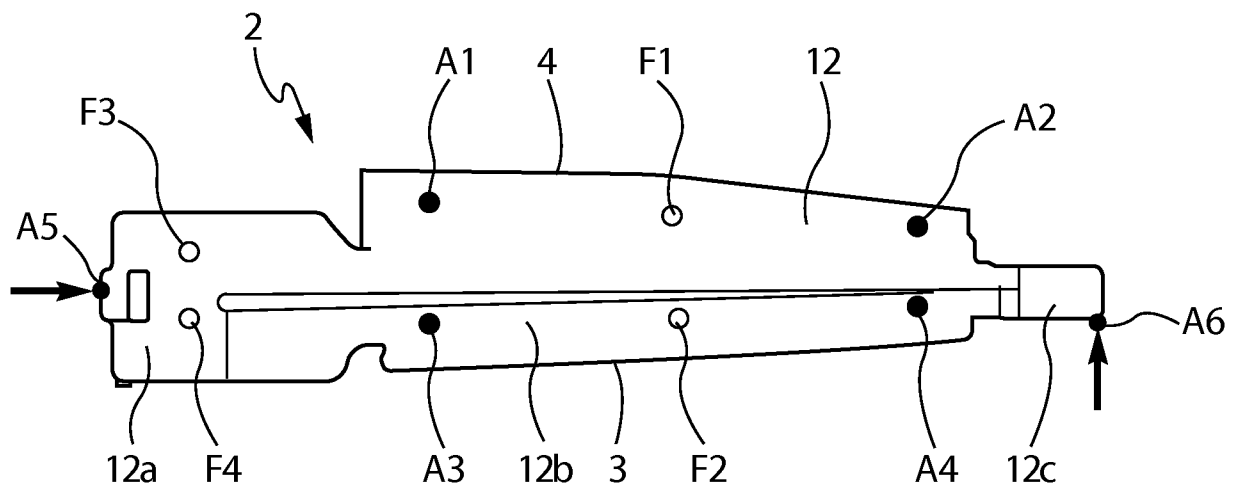
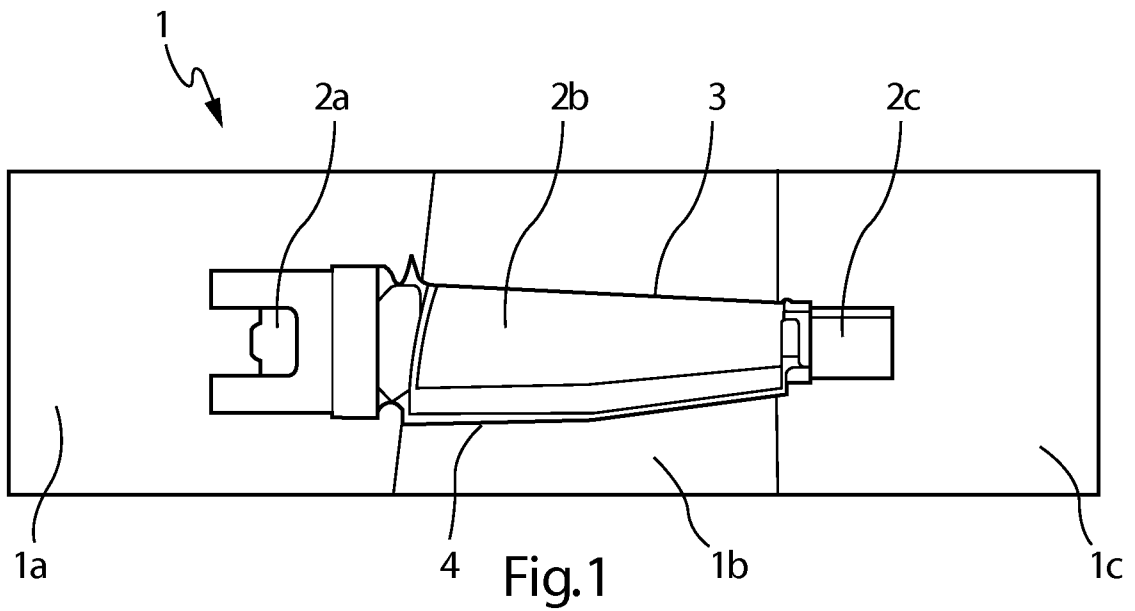


Fig.2

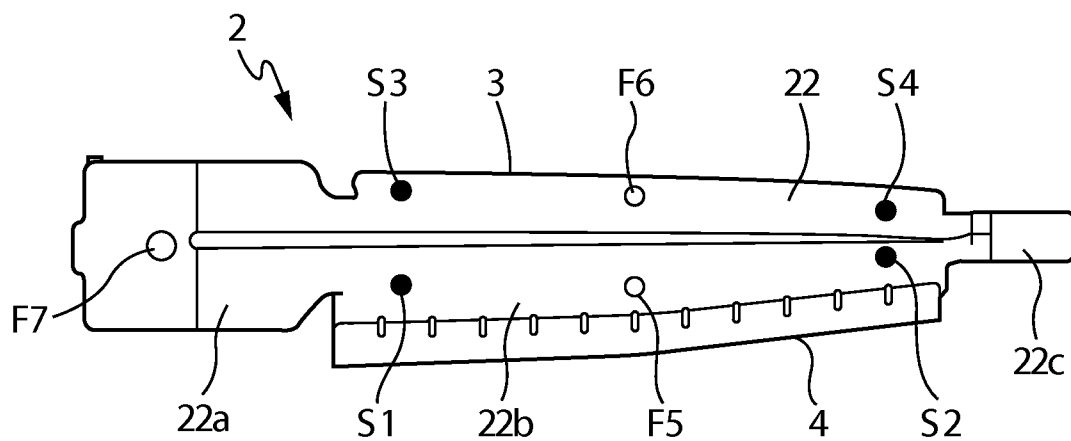


Fig.3

2/3

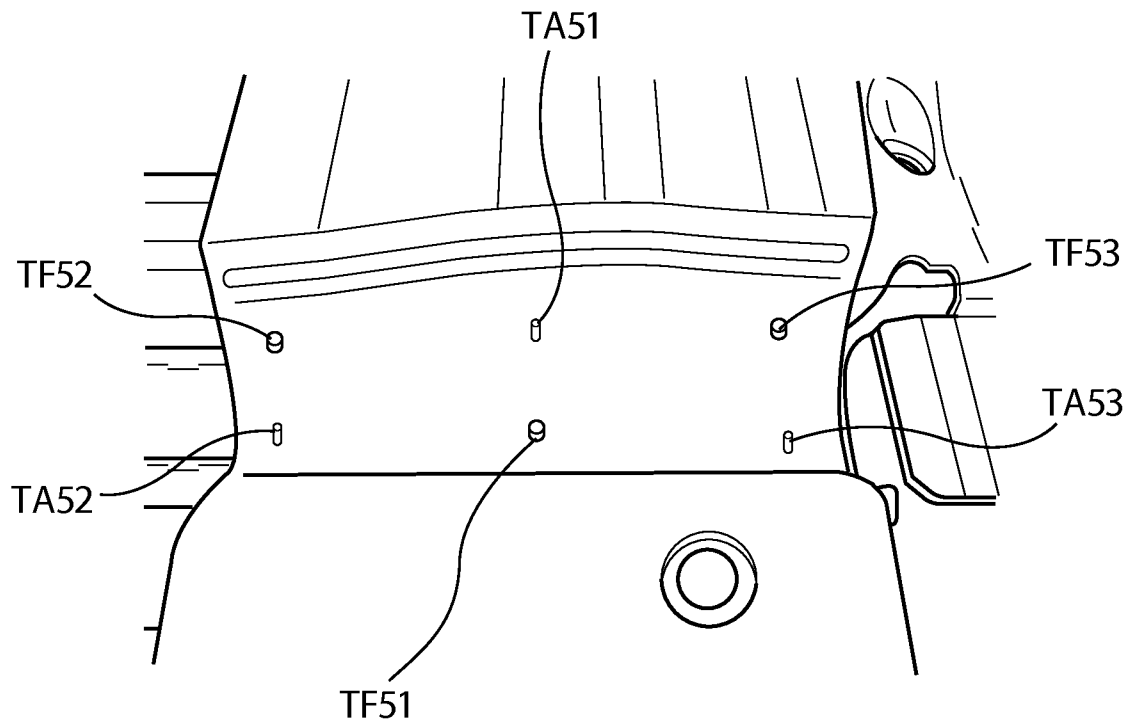


Fig.4

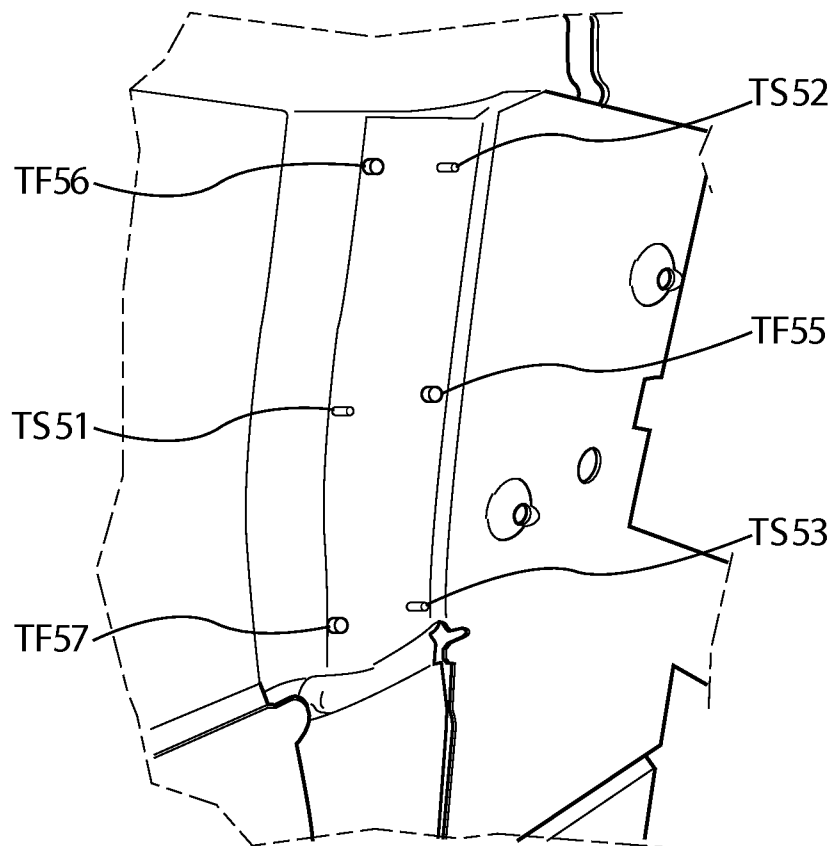


Fig.5

3/3

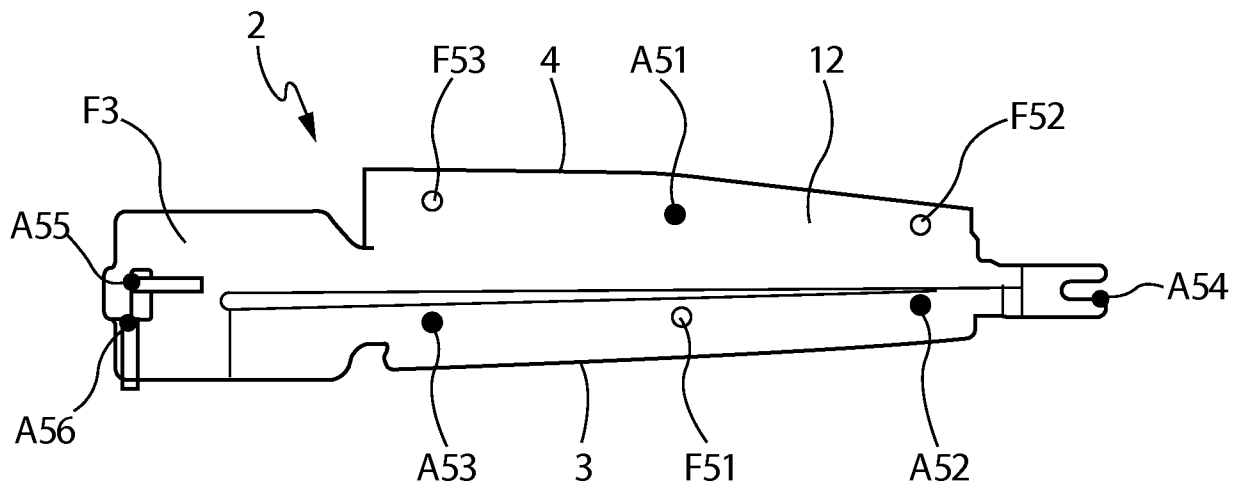


Fig.6

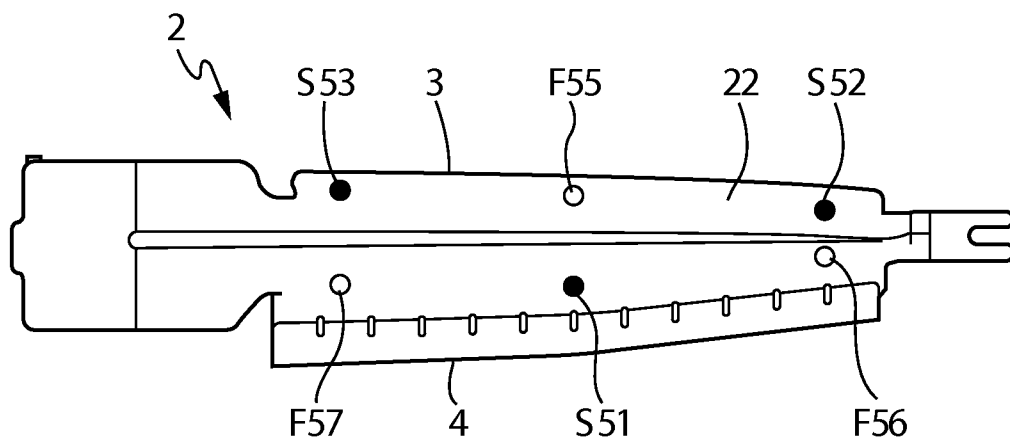


Fig.7

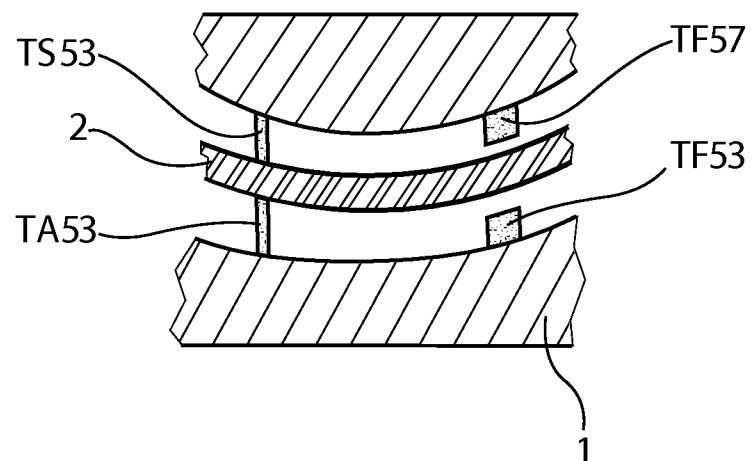


Fig.8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2011/052410

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B22C7/02 B22C21/14 B29C45/14
ADD.

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 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 practical, search terms used)

EP0-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.
A	DE 198 21 770 C1 (SIEMENS AG [DE]) 15 April 1999 (1999-04-15) the whole document -----	1
A	EP 0 099 215 A1 (ROLLS ROYCE [GB]) 25 January 1984 (1984-01-25) the whole document -----	1
A	EP 0 084 234 A1 (VICKERS PLC [GB]) 27 July 1983 (1983-07-27) the whole document -----	1



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 document 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

22 February 2012

Date of mailing of the international search report

29/02/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Scheid, Michael

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2011/052410

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19821770 C1	15-04-1999	DE 19821770 C1	15-04-1999
		EP 1098725 A1	16-05-2001
		JP 2002515338 A	28-05-2002
		US 6530416 B1	11-03-2003
		WO 9959748 A1	25-11-1999

EP 0099215 A1	25-01-1984	DE 3371604 D1	25-06-1987
		EP 0099215 A1	25-01-1984
		JP 59082142 A	12-05-1984
		US 4617977 A	21-10-1986

EP 0084234 A1	27-07-1983	EP 0084234 A1	27-07-1983
		GB 2111881 A	13-07-1983

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2011/052410

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B22C7/02 B22C21/14 B29C45/14
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 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
A	DE 198 21 770 C1 (SIEMENS AG [DE]) 15 avril 1999 (1999-04-15) le document en entier -----	1
A	EP 0 099 215 A1 (ROLLS ROYCE [GB]) 25 janvier 1984 (1984-01-25) le document en entier -----	1
A	EP 0 084 234 A1 (VICKERS PLC [GB]) 27 juillet 1983 (1983-07-27) le document en entier -----	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 février 2012

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29/02/2012

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Scheid, Michael

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2011/052410

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19821770	C1	15-04-1999	DE 19821770 C1	15-04-1999
			EP 1098725 A1	16-05-2001
			JP 2002515338 A	28-05-2002
			US 6530416 B1	11-03-2003
			WO 9959748 A1	25-11-1999

EP 0099215	A1	25-01-1984	DE 3371604 D1	25-06-1987
			EP 0099215 A1	25-01-1984
			JP 59082142 A	12-05-1984
			US 4617977 A	21-10-1986

EP 0084234	A1	27-07-1983	EP 0084234 A1	27-07-1983
			GB 2111881 A	13-07-1983
