



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2013/02/12
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2013/08/29
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2014/08/13
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: EP 2013/052785
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2013/124189
(30) Priorité/Priority: 2012/02/22 (FR1251620)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B22C 9/10* (2006.01),
B22C 9/04 (2006.01), *F01D 5/18* (2006.01)

(71) Demandeur/Applicant:
SNECMA, FR

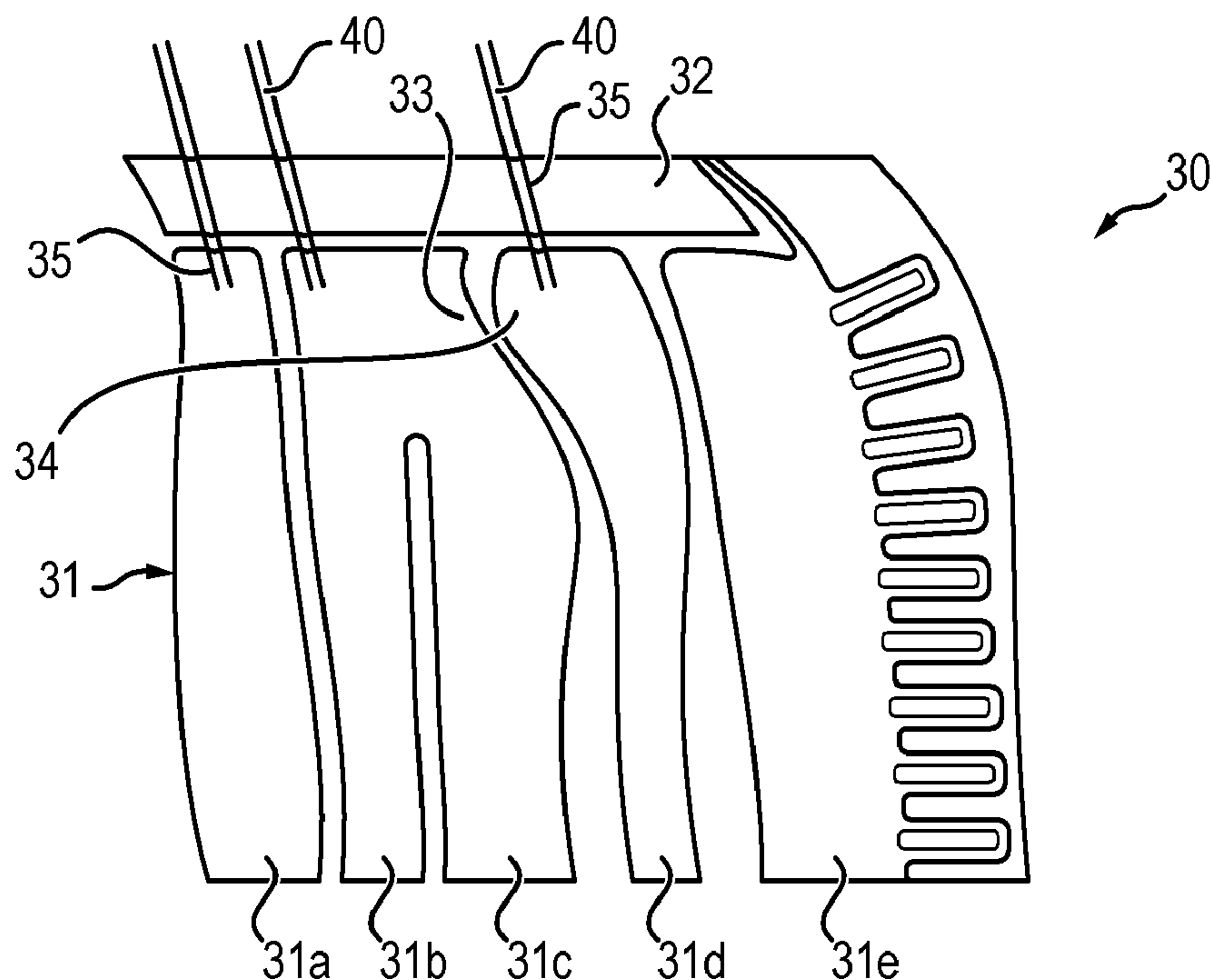
(72) Inventeurs/Inventors:
TRAN, HUU-THANH, FR;
HANSOM, MICHAEL, FR;
BARIAUD, CHRISTIAN, FR;
ENEAU, PATRICE, FR

(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : ENSEMBLE DE NOYAU DE FONDERIE POUR LA FABRICATION D'UNE AUBE DE TURBOMACHINE,
PROCEDE DE FABRICATION D'UNE AUBE ET AUBE ASSOCIES

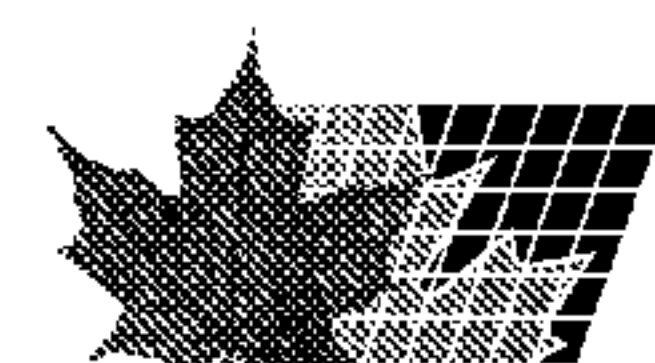
(54) Title: FOUNDRY CORE ASSEMBLY FOR MANUFACTURING A TURBOMACHINE BLADE, ASSOCIATED
METHOD OF MANUFACTURING A BLADE AND ASSOCIATED BLADE

FIG. 3



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un noyau de fonderie (30) pour la fabrication d'une aube (1) de turbomachine (1) présentant un décalage de coupe de tête, comportant un élément de noyau (31) pour la formation de différentes cavités internes (19a-19e), ledit élément de



(57) **Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

noyau comprenant des noyaux internes de cavité de bord d'attaque(31a), de cavité centrale (31b, 31c, 31d) et de cavité de bord de fuite (31e), caractérisé en ce que le noyau interne de la cavité centrale (31d) adjacent au noyau interne (31e) de la cavité de bord de fuite présente un renflement (34) qui s'étend en direction du noyau (31a) de la cavité de bord d'attaque.

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale

WO 2013/124189 A1

(43) Date de la publication internationale
29 août 2013 (29.08.2013)(51) Classification internationale des brevets :
B22C 9/10 (2006.01) F01D 5/18 (2006.01)
B22C 9/04 (2006.01)(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2013/052785(22) Date de dépôt international :
12 février 2013 (12.02.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1251620 22 février 2012 (22.02.2012) FR(71) Déposant : SNECMA [FR/FR]; 2 boulevard du Général
Martial Valin, F-75015 Paris (FR).(72) Inventeurs : TRAN, Huu-Thanh; c/o Snecma PI (AJI)
Rond-Point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy-Cra-
mayel Cedex (FR). HANSOM, Michael; c/o Snecma PI
(AJI) Rond-Point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy-
Cramayel Cedex (FR). BARIAUD, Christian; c/o Snecma
PI (AJI) Rond-Point René Ravaud - Réau, F-77550 Mois-
sy-Cramayel Cedex (FR). ENEAU, Patrice; c/o Snecma PI
(AJI) Rond-Point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy-
Cramayel Cedex (FR).(74) Mandataire : REGIMBEAU; 20, rue de Chazelles, F-
75847 Paris Cedex 17 (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, 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, PA, 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.(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), eurasién (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,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

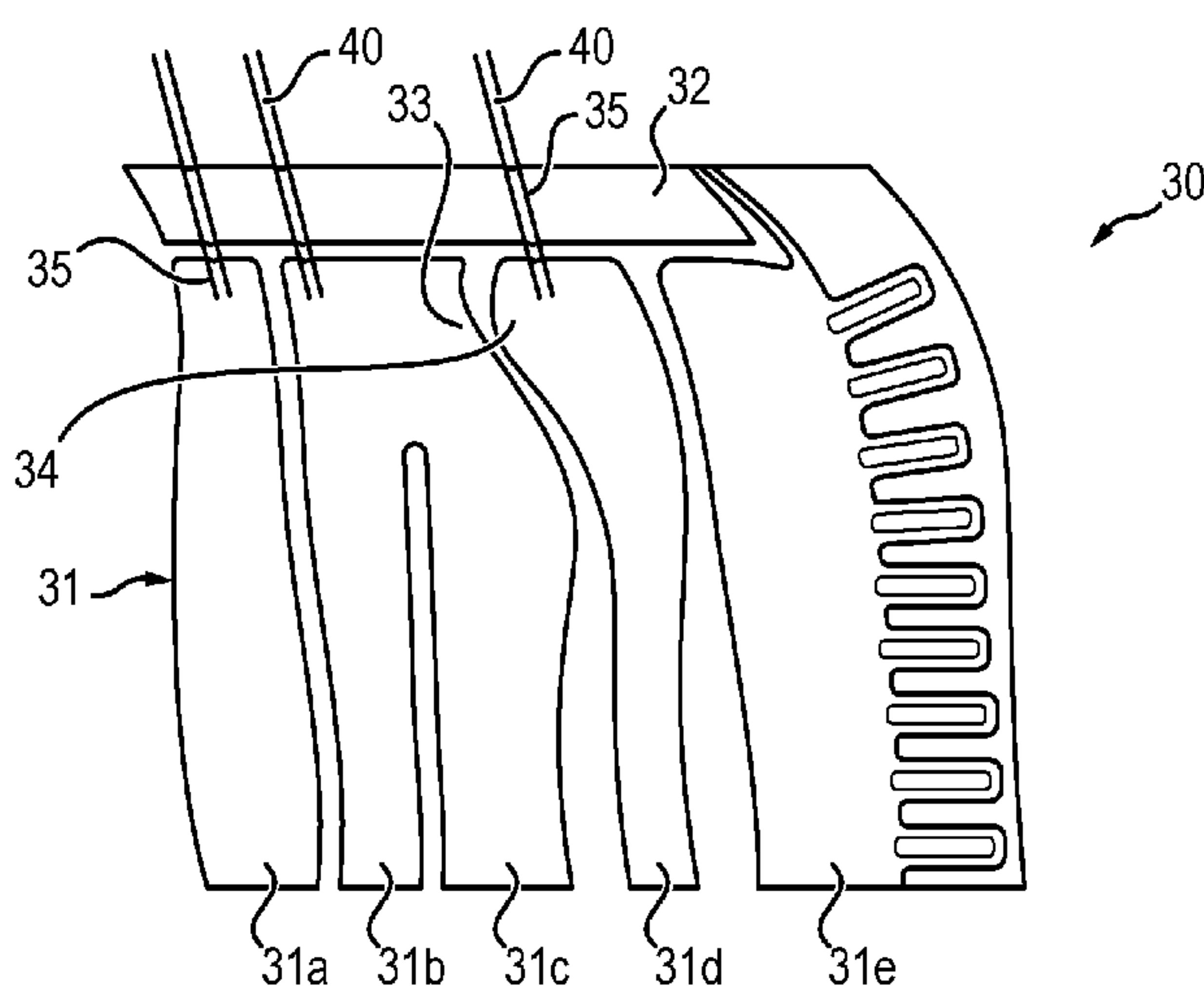
Publiée :

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

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : FOUNDRY CORE ASSEMBLY FOR MANUFACTURING A TURBOMACHINE BLADE, ASSOCIATED METHOD
OF MANUFACTURING A BLADE AND ASSOCIATED BLADE(54) Titre : ENSEMBLE DE NOYAU DE FONDERIE POUR LA FABRICATION D'UNE AUBE DE TURBOMACHINE, PRO-
CÉDÉ DE FABRICATION D'UNE AUBE ET AUBE ASSOCIÉS

FIG. 3

(57) Abstract : The invention relates to a foundry core
(30) for manufacturing a blade (1) of a turbomachine
(1) having a tip section offset, comprising a core ele-
ment (31) for forming various internal cavities (19a-
19e), said core element comprising a leading-edge cavi-
ty internal core (31a), central cavity internal cores (31b,
31c, 31d) and a trailing-edge cavity internal core (31e),
characterized in that the internal core for the central ca-
vity (31d) adjacent to the internal core (31e) for the
trailing-edge cavity has a bulge (34) extending toward
the core (31a) for the leading-edge cavity.(57) Abrégé : L'invention concerne un noyau de fonde-
rie (30) pour la fabrication d'une aube (1) de turboma-
chine (1) présentant un décalage de coupe de tête, com-
portant un élément de noyau (31) pour la formation de
différentes cavités internes (19a-19e), ledit élément de
noyau comprenant des noyaux internes de cavité de
bord d'attaque (31a), de cavité centrale (31b, 31c, 31d)
et de cavité de bord de fuite (31e), caractérisé en ce que
le noyau interne de la cavité centrale (31d) adjacent au
noyau interne (31e) de la cavité de bord de fuite pré-
sente un renflement (34) qui s'étend en direction du
noyau (31a) de la cavité de bord d'attaque.

WO 2013/124189 A1



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

Ensemble de noyau de fonderie pour la fabrication d'une aube de turbomachine, procédé de fabrication d'une aube et aube associés

L'invention concerne de manière générale le domaine des
5 turbomachines, et plus particulièrement celui des aubes de turbines de ces turbomachines et de leur fabrication.

Les aubes de turbine sont soumises à de fortes contraintes thermiques dues à la chaleur des gaz dans lesquels elles sont plongées en sortie de la chambre de combustion, et nécessitent d'être refroidies pour
10 supporter ces températures. Elles sont pour cela creuses et traversées par des cavités internes dans lesquelles circule un gaz de refroidissement, prélevé en sortie d'un étage d'un des compresseurs.

Plus précisément, une aube de turbine d'une turbomachine comporte une surface aérodynamique (ou pale) s'étendant entre un pied d'aube et une
15 tête d'aube. La pale présente un bord d'attaque disposé en regard de l'écoulement des gaz chauds issus de la chambre de combustion de la turbomachine, ainsi qu'un bord de fuite opposé au bord d'attaque et des parois latérales intrados et extrados qui relie le bord d'attaque au bord de fuite.

20 Les cavités internes s'étendent sur la hauteur de l'aube, et comprennent, d'amont en aval dans le sens de l'écoulement des gaz de la chambre de combustion, une cavité de bord d'attaque et une cavité de bord de fuite, adjacentes au bord d'attaque et au bord de fuite de l'aube respectivement, et au moins une cavité centrale, s'étendant entre la cavité de
25 bord d'attaque et la cavité de bord de fuite. Ces cavités sont alimentées en gaz de refroidissement par des canalisations les reliant au pied de l'aube.

L'aube comprend en outre, au niveau de sa tête, une forme creuse ou baignoire, qui est définie par le prolongement des parois d'intrados et d'extrados, ainsi que par une paroi de fond qui ferme les cavités internes.

30 Pour réaliser ces différentes cavités, qui ont des formes complexes et dont la géométrie doit être respectée avec une grande précision, les aubes

sont classiquement produites par une technique connue sous le nom de fonderie à la cire perdue. Cette technique consiste schématiquement à réaliser une ébauche d'aube en cire dans laquelle sont noyés des noyaux en céramique qui reproduisent les cavités à venir. L'aube en cire est ensuite
5 noyée dans une carapace, par exemple en matériau réfractaire, puis les noyaux sont éliminés par voie chimique, laissant à leur place les cavités internes et de baignoire recherchées. Des mises en œuvre de cette méthode sont en particulier décrites dans les documents FR 2 875 425, FR 2 874 186, ou encore FR 2 957 828 au nom de la Demanderesse.

10 Les noyaux pour ces aubes de turbine modernes sont constitués par des noyaux internes de cavité, ayant classiquement la forme de colonnettes, qui sont positionnés côte à côte et maintenus ensemble par des moyens conventionnels.

Ces noyaux sont de formes de plus en plus complexes, au fur et à
15 mesure qu'augmentent les spécifications exigées pour le refroidissement des aubes et que se diversifie les aubes. Il est alors nécessaire de les positionner avec une extrême précision dans la carapace.

Un noyau comprend généralement un premier élément de noyau destiné à former les cavités et un deuxième élément de noyau destiné à
20 former la baignoire, le deuxième élément de noyau étant relié au premier élément de noyau par des tiges de liaison en alumine ou en quartz.

Ces tiges ont pour objectif de maintenir entre elles les parties du noyau et de rigidifier l'ensemble ainsi formé, ainsi que de participer à la réalisation de trous de dépoussiérage dans la partie supérieure de l'aube,
25 Ces tiges sont fichées dans les trous qu'elles ont vocation à générer dans le fond de la baignoire. Les trous de dépoussiérage permettent la circulation du gaz de refroidissement dans les cavités et l'évacuation de diverses particules s'introduisant dans la turbomachine.

Afin d'améliorer les performances aérodynamiques de l'aube et de
30 minimiser les pertes d'énergie, il a été proposé de mettre en œuvre des aubes de turbine pour turbomachines présentant un sommet d'aube avancé

du type « décalage des coupes en tête » conformément à la demande de brevet français déposée le 17 novembre 2011 au nom de la Demanderesse n°FR 11 60465.

De telles aubes de turbine sont adaptées pour minimiser les pertes d'énergies. Elles comprennent une pale qui peut être décomposée en sections de pale empilées selon une direction d'empilement le long de la pale. Dans le cas de la tête d'aube avec décalage des coupes de tête, l'empilement des sections au niveau de la tête de l'aube est décalé en direction de la paroi intrados, de préférence progressivement.

Pour cela, comme décrit dans la demande de brevet n°FR 11 60465, l'aube peut comporter une cavité au niveau de sa tête, ouverte en direction de son extrémité libre et délimitée par la paroi de fond et un rebord qui s'étend entre le bord d'attaque et le bord de fuite. L'empilement des sections de pale de l'aube au niveau de ce rebord présente alors un décalage en direction de l'intrados, ce décalage étant de plus en plus important lorsqu'on se rapproche de l'extrémité libre de la tête de l'aube. L'aube comprend également des canaux de refroidissement, inclinés par rapport à l'intrados, et reliant les cavités internes à la paroi intrados.

La paroi d'intrados de la pale peut en outre présenter une portion en saillie, dont la face extérieure est inclinée par rapport au reste de l'intrados de la pale et présente à son extrémité, tournée vers le rebord, une face terminale. La paroi de fond est alors reliée à la paroi d'intrados au niveau de la face terminale de la portion en saillie, et les canaux de refroidissement peuvent être disposés dans la portion en saillie de la paroi d'intrados de sorte qu'ils débouchent sur la face terminale de la portion en saillie, la distance entre l'axe des canaux de refroidissement et la limite extérieure de l'extrémité libre du rebord côté intrados étant supérieure à zéro.

Néanmoins, ce décalage des coupes en tête ainsi que la faible taille de la pale, et donc des noyaux utilisés pour sa fabrication, rendent difficile le maintien par les tiges du deuxième élément de noyau qui est destiné à former la baignoire sur le premier élément de noyau.

Il a donc été proposé d'orienter les tiges individuellement, avec des angles importants par rapport à la direction principale de la pale. Néanmoins, les noyaux sont complexes à réaliser en raison de la forte inclinaison des tiges de liaison par rapport à la direction principale des noyaux (et donc de l'injection de céramique), ce qui peut poser des problèmes d'usure des noyaux au niveau du fond de baignoire. Par ailleurs, la mise en œuvre de ce procédé de fabrication nécessite un savoir-faire est une expérience qui ne sont pas accessibles à tous les hommes de l'art, à savoir ici les fondeurs.

Il a également été proposé d'utiliser des tiges de liaison ancrées de manière classiques dans les éléments de noyaux, avec un ancrage toutefois fortement réduit en comparaison avec les techniques conventionnelles, en raison de la faible dimension des cavités internes de l'aube. Cependant, la profondeur d'ancrage et l'épaisseur des noyaux (généralement en céramique) autour des tiges de liaison entraînent des problèmes de criques (ruptures partielles qui se produisent sous l'action d'efforts résultant d'inégalité de retrait) dans les éléments de noyaux, et donc un taux de rebut très important.

L'invention propose quant à elle un ensemble formant noyau pour la fabrication d'une aube de turbomachine refroidie par circulation de fluide dans des cavités internes, comportant un premier élément de noyau de forme allongée pour la formation de différentes cavités internes et un second élément de noyau pour la formation d'une cavité de baignoire, le deuxième élément de noyau étant destiné à être disposé dans le prolongement du premier élément de noyau. Le premier élément de noyau comprend un noyau interne de cavité de bord d'attaque, au moins un noyau interne de cavité centrale et un noyau interne de cavité de bord de fuite destinés à former respectivement, d'amont en aval dans le sens d'un écoulement des gaz dans la turbine, une cavité de bord d'attaque, au moins une cavité centrale et une cavité de bord de fuite de l'aube. Le noyau de la cavité interne centrale adjacente au noyau interne de la cavité de bord de fuite

présente, au voisinage immédiat du deuxième élément de noyau, un renflement qui s'étend en direction du noyau de la cavité de bord d'attaque.

Une telle solution permet l'ancrage d'au moins une tige de liaison au niveau d'une zone élargie du premier élément de noyau (au niveau du renflement), et par conséquent de réaliser des aubes de turbine pour turbomachines présentant un décalage de coupes de tête selon un procédé fiable avec un taux de rebut des noyaux peu important.

L'invention concerne également une aube obtenue au moyen d'un tel ensemble formant noyau de fonderie, ainsi qu'un procédé de fabrication utilisant un tel ensemble.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés donnés à titre non limitatif et sur lesquels :

La figure 1 est une vue générale en coupe et en semi-perspective d'un exemple d'aube de turbine avec décalage des coupes de tête selon l'invention,

La figure 2 est une représentation en perspective illustrant un noyau de fonderie conforme à un mode de réalisation de l'invention,

La figure 3 est une représentation d'un détail de la partie supérieure du noyau de fonderie de la figure 2 et des tiges de liaison entre les différents éléments de noyau

La figure 4a est une vue de côté d'un exemple d'aube avec un décalage en coupes de tête conforme à l'art antérieur,

La figure 4b est une vue du dessus de l'aube de la figure 4a, sur laquelle sont visibles les cavités selon les plans X1 et X2,

La figure 5a est une vue de côté d'un exemple d'aube avec un décalage en coupes de tête conforme à l'invention, et

La figure 5b est une vue du dessus de l'aube de la figure 5a, sur laquelle sont visibles les cavités selon les plans Y1 et Y2.

En se référant aux figures 1 et 5a, on voit une aube de turbine 1 pour turbomachine comprenant une pale 10 s'étendant entre un pied d'aube 11 et une tête d'aube 12, et comportant un bord d'attaque 13, un bord de fuite 14 opposé au bord d'attaque, des faces latérales intrados et extrados 15, et des
5 cavités internes 19a-19e séparées par des parois inter-cavités 20, qui s'étendent selon la hauteur de l'aube 1.

L'aube peut par exemple présenter un sommet d'aube avancé du type « décalage des coupes en tête » conformément à la demande de brevet français déposée le 17 novembre 2011 au nom de la Demanderesse n°FR
10 11 60465.

Notamment, du bord d'attaque 13 vers le bord de fuite 14, l'aube 1 comprend une cavité de bord d'attaque 19a, une ou plusieurs cavités centrales 19b, 19c, 19d, (en l'occurrence trois dans le cas de l'aube 1
15 représentée sur la figure, à savoir une première cavité centrale montante 19b, une cavité centrale descendante 19c, et une deuxième cavité centrale montante 19d, qui forment ensemble une cavité interne « trombone »), et une cavité de bord de fuite 19e. L'aube 1 comprend en outre, au niveau de sa tête 11, une baignoire 18, dont la paroi de fond 17 ferme les cavités
20 internes 19a-19e de refroidissement.

La paroi inter-cavités 20 séparant la cavité centrale 19d adjacente à la cavité 19e de bord de fuite et la cavité suivante en direction du bord d'attaque 13 (c'est-à-dire, dans le cas de l'aube de la figure 1, la cavité centrale 19c) est conformée, au voisinage de la paroi de fond 17 de la
25 baignoire 18, avec un décalage 16 en direction du bord d'attaque 13.

En variante, lorsque l'aube 1 ne comprend qu'une seule cavité centrale 19d, c'est alors la paroi inter-cavités 20 qui sépare cette unique cavité centrale 19d de la cavité de bord d'attaque 19a qui peut être conformée, au voisinage de la paroi de fond 17 de la baignoire, avec un
30 décalage 16 en direction du bord d'attaque 13.

Du fait de ce décalage 16 par rapport au reste de la paroi inter-cavités 20, la cavité centrale 19d qui est adjacente à la cavité de bord de fuite 19e présente un renflement 34 au voisinage de la paroi de fond 17, ladite cavité 19d étant plus large au niveau de la tête d'aube 12 qu'au niveau du pied d'aube 11. La forme particulière de cette cavité centrale 19d permet de simplifier la fabrication de l'aube 1.

Par ailleurs, comme illustré sur les figures 1 et 5a, la paroi inter-cavité 20 est décalée au niveau du décalage 16 jusqu'à la paroi de fond 17, afin d'élargir toute la partie supérieure cette cavité centrale 19d.

L'ensemble formant noyau de fonderie 30 pour la fabrication d'une telle aube de turbomachine (figures 2 et 3) présente une forme complémentaire adaptée et comprend un premier élément de noyau 31, reprenant la forme des cavités 19a-19e, ainsi qu'un deuxième élément de noyau 32, reprenant quant à lui la forme de la baignoire 18. Les deux éléments de noyau 31 et 32 sont par exemple en céramique.

Le deuxième élément de noyau 32 est relié au premier élément de noyau 31 par des tiges de liaison 40 pouvant par exemple être en alumine ou en quartz.

Le premier élément de noyau 31 est de forme globalement allongée selon la hauteur de l'aube 1 et comprend une série de noyaux internes (ou colonnettes) 31a, 31b, 31c, 31d et 31e, destinés à former respectivement les cavités de bord d'attaque 19a, la ou les cavités centrales 19b, 19c et 19d, et la cavité de bord de fuite 19e respectivement.

Le deuxième élément de noyau 32 est disposé au-dessus du premier élément de noyau 31, et est séparé de celui-ci par des tiges de liaison 40 positionnées de façon à réaliser des trous de dépoussiérage 35 dans les noyaux internes 31a à 31e.

Le noyau interne 19d définissant la cavité centrale 31d adjacente au noyau 31e de la cavité de bord de fuite présente, au moins dans une zone à proximité immédiate du deuxième élément de noyau 32, un renflement 34 en direction du noyau interne 31a de la cavité de bord d'attaque. Le noyau

interne 31c de la cavité centrale correspondante est donc plus large à ce niveau, par exemple de 30% à 60% plus large, comme visible sur les figures 4a à 5b. En effet, sur une aube à décalage en coupes de tête conventionnelle, la largeur maximale d_x du noyau de la cavité interne 31d adjacent au noyau de la cavité de bord de fuite 31e au niveau du plan X_2 est de l'ordre de 3.4 mm. En comparaison, la largeur maximale d_y du noyau de la cavité interne 31d qui est adjacent au noyau de cavité interne de bord de fuite 31e au niveau du plan Y_2 , pour une aube similaire avec décalage en coupe de tête mais comprenant un renflement 34 conforme à l'invention, peut être de l'ordre de 5 mm (soit environ 50% plus large). L'espace disponible pour implanter une tige de liaison 40 dans ce noyau de cavité 31d est donc bien plus important que dans les aubes de l'art antérieur, ce qui permet d'augmenter la profondeur d'ancrage et l'épaisseur des noyaux autour des tiges de liaison 40 et permet d'éviter la formation de criques dans les éléments de noyaux 31, 32, et donc de réduire significativement le taux de rebut des aubes à la fabrication.

Par ailleurs, le noyau interne 31c de cavité centrale immédiatement adjacent en direction de la cavité 31a de bord d'attaque est quant à lui conformé avec une contre-forme 33 complémentaire de sorte que la paroi inter-cavités 20 réalisée entre ces deux noyaux internes 31c et 31d présente le décalage 16 décrit ci-dessus en direction du bord d'attaque 13 de l'aube 1.

En variante, lorsque l'aube 1 ne comprend qu'une seule cavité centrale 19d, le premier noyau 31 ne comprend alors qu'un seul noyau interne 31c de cavité centrale, et c'est alors le noyau interne 31a de la cavité de bord d'attaque qui se trouve immédiatement adjacent de ce noyau interne 31d de noyau central. C'est donc le noyau interne 31a de bord d'attaque qui est conformé avec la contre-forme complémentaire de sorte que la paroi inter-cavités 20 réalisée entre ces deux noyaux internes 31a et 31d présente le décalage 16 décrit ci-dessus en direction du bord d'attaque 13 de l'aube 1.

Le renflement 34 et la contre-forme 33 sont locaux, et ne s'étendent qu'au niveau de la partie supérieure des noyaux internes 31b-31d

(respectivement 31a, dans le cas d'une aube comprenant une unique cavité centrale), le noyau 31d adjacent au noyau 31e de la cavité de bord de fuite étant plus large au niveau de ce renflement 34 qu'au niveau de sa partie inférieure.

5 La hauteur du renflement 34 est suffisante pour permettre l'ancrage des tiges de liaison 40 au niveau du renflement 34, et la réalisation de trous de dépoussiérage 35 dans la paroi 17 formant le fond de la baignoire 18 sans formation de criques dans les noyaux internes 31b-31d. Par ailleurs, le renflement 34 s'étend jusqu'à la paroi supérieure du noyau interne 31e de
10 cavité centrale.

 La réalisation de ces trous de dépoussiérage 35 est ainsi facilitée par la modification de la géométrie du noyau interne 31d adjacent au noyau 31e de bord de fuite et plus particulièrement par l'existence du renflement 34 dans sa partie supérieure. Notamment, du fait de la forme aérodynamique de
15 la pale 10, laquelle présente une section transversale croissante entre le bord de fuite 14 et le bord d'attaque 13, la présence du renflement 34 permet d'ancrer les tiges de liaison 40 dans une zone du noyau 31 plus large qu'avec une configuration de noyau classique, et de limiter par conséquent l'angle formé entre les tiges de liaison 40 et l'axe principal des noyaux. La
20 réalisation de trous 35 est donc plus favorable à la fonderie et améliore en outre les possibilités d'ancrage des tiges de liaison 40.

 Par ailleurs, le diamètre des tiges de maintien 40 peut être choisi de manière à être égal au diamètre souhaité pour les trous de dépoussiérage 35 dans la pièce finale, afin d'éviter une étape supplémentaire de finition de la
25 pale 10 (bouchage des trous) après l'étape de fonderie à la cire perdue.

 Comme illustré sur les figures 2 et 3, les trous de dépoussiérage 35 sont obliques et peuvent par exemple être orientés vers le bord d'attaque 13 de l'aube 1. Cette orientation n'est cependant pas limitative, seul le respect du diamètre des tiges de maintien 40 étant important pour garantir
30 l'évacuation des poussières dans l'aube 1.

Les tiges de liaison 40 sont de ce fait orientées de façon oblique par rapport à la direction générale selon laquelle s'étend le deuxième élément de noyau 32 qu'ils traversent pour former les trous de dépoussiérage 35 du deuxième élément de noyau 32.

- 5 Le deuxième élément de noyau 32 peut en outre comprendre des bossages 36 (Figure 2) en partie supérieure afin d'améliorer l'ancrage des tiges de liaison 40.

 L'ensemble formant noyau de fonderie 30 tel qu'illustré sur les figures 2 et 3 est ensuite utilisée pour fabriquer une ébauche en cire, qui est
10 ensuite noyée dans une carapace, puis les noyaux sont éliminés, de manière à former les différentes cavités 19a-19e et la baignoire 18.

REVENDICATIONS

1. Ensemble formant noyau de fonderie (30) pour la fabrication d'une
5 aube (1) de turbomachine (1) présentant un décalage de coupe de tête
refroidie par circulation de fluide dans des cavités internes (19a-19e),
comportant un premier élément de noyau (31) de forme allongée pour la
formation de différentes cavités internes (19a-19e) et un second élément de
noyau (32) pour la formation d'une cavité de baignoire (18), le deuxième
10 élément de noyau (32) étant destiné à être disposé dans le prolongement du
premier élément de noyau (31),

dans lequel le premier élément de noyau (31) comprend un noyau
interne (31a) de cavité de bord d'attaque, au moins un noyau interne (31b-
31d) de cavité centrale et un noyau interne (31e) de cavité de bord de fuite
15 destinés à former respectivement, d'amont en aval dans le sens d'un
écoulement des gaz dans la turbine, une cavité de bord d'attaque (19a), au
moins une cavité centrale (19b-19d) et une cavité de bord de fuite (19e) de
l'aube (1),

caractérisé en ce que l'au moins un noyau interne de la cavité
20 centrale (31d) adjacent au noyau interne (31e) de la cavité de bord de fuite
présente, au voisinage immédiat du deuxième élément de noyau (32), un
renflement (34) qui s'étend en direction du noyau (31a) de la cavité de bord
d'attaque.

25 2. Ensemble formant noyau de fonderie (30) selon la revendication 1,
dans lequel le noyau interne (31a, 31b, 31c), qui est en regard du noyau
interne (31d) de cavité centrale qui présente le renflement (34), présente une
contre-forme (33) qui est complémentaire du renflement (34).

30 3. Ensemble formant noyau de fonderie (30) selon l'une des
revendications 1 et 2, comprenant en outre au moins une tige de liaison (40)

qui s'étend entre le deuxième élément de noyau (32) et le renflement (34) en étant ancrée dans l'un et l'autre.

4. Ensemble formant noyau selon la revendication 3, dans lequel la
5 ou les tiges de liaison (40) ancrées dans le renflement (34) s'étendent de façon oblique par rapport au deuxième élément de noyau (32).

5. Ensemble formant noyau selon l'une des revendications 3 ou 4, dans lequel la ou les tiges (40) sont en aluminium oxydé ou en quartz.

10

6. Ensemble formant noyau selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le premier élément de noyau (31) comprend quatre noyaux internes (31a, 31b, 31c, 31d, 31e).

15

7. Procédé de fabrication d'une aube de turbomachine (1), dans lequel on réalise une ébauche d'aube par fonderie à la cire perdue en utilisant un ensemble de noyau de fonderie (30) selon l'une des revendications 1 à 6,

l'ébauche comportant une cavité de bord d'attaque (19a), au moins
20 une cavité centrale (19b, 19c, 19d) et une cavité de bord de fuite (19e), chaque cavité étant séparée d'une cavité adjacente par une paroi inter-cavités (20), ainsi qu'une cavité de baignoire (18),

caractérisé en ce que la paroi inter-cavités (20) de l'au moins une cavité centrale (19b, 19c) qui est adjacente à la cavité de bord d'attaque
25 (19a) est conformée, dans un voisinage immédiat de la cavité de baignoire (18), avec un décalage en direction de la cavité de bord d'attaque (19a).

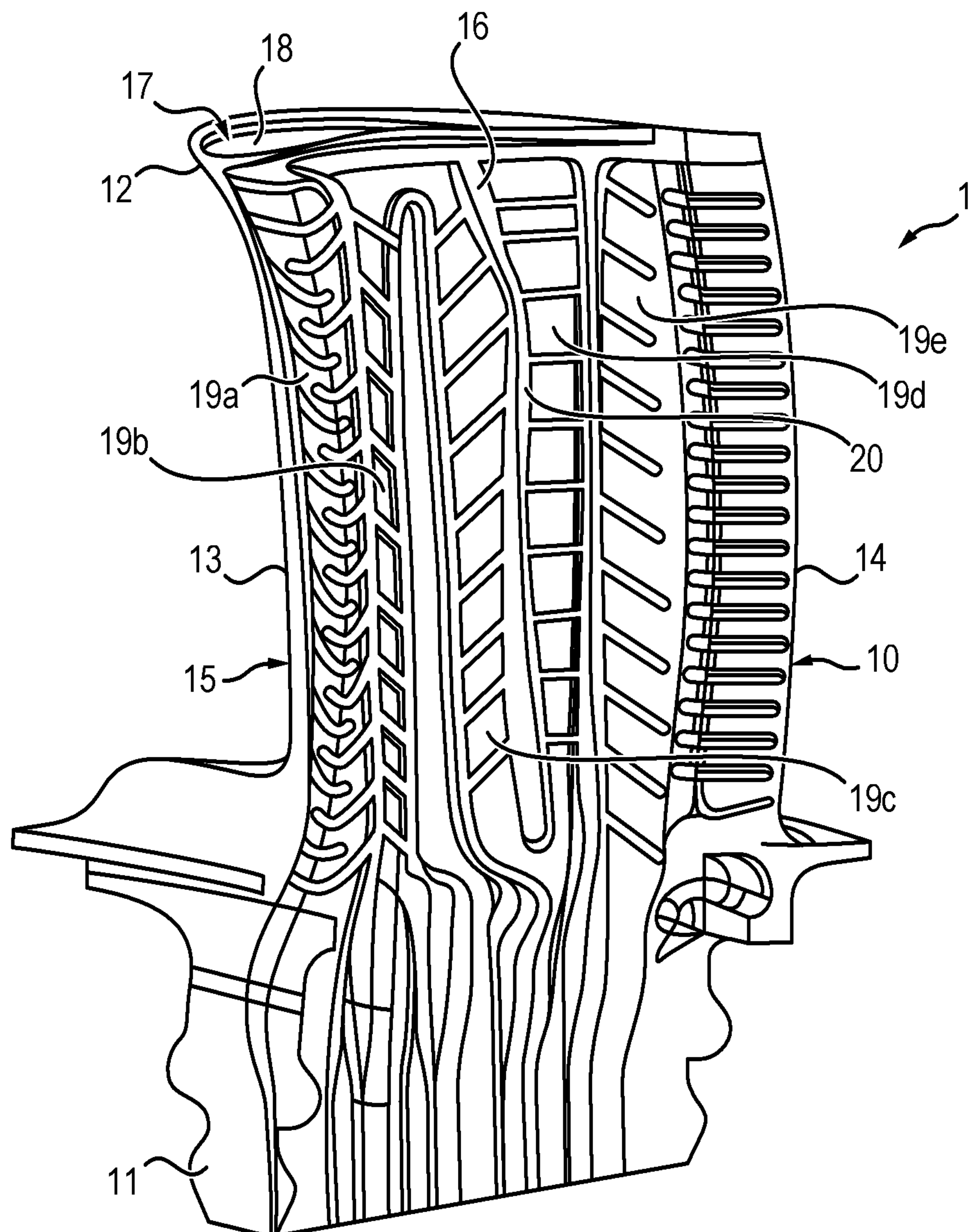
8. Aube de turbomachine (1) comprenant un bord d'attaque (13), un bord de fuite (14), une cavité de bord d'attaque (19a), au moins une cavité
30 centrale (19b, 19c, 19d) et une cavité de bord de fuite (19e), chaque cavité

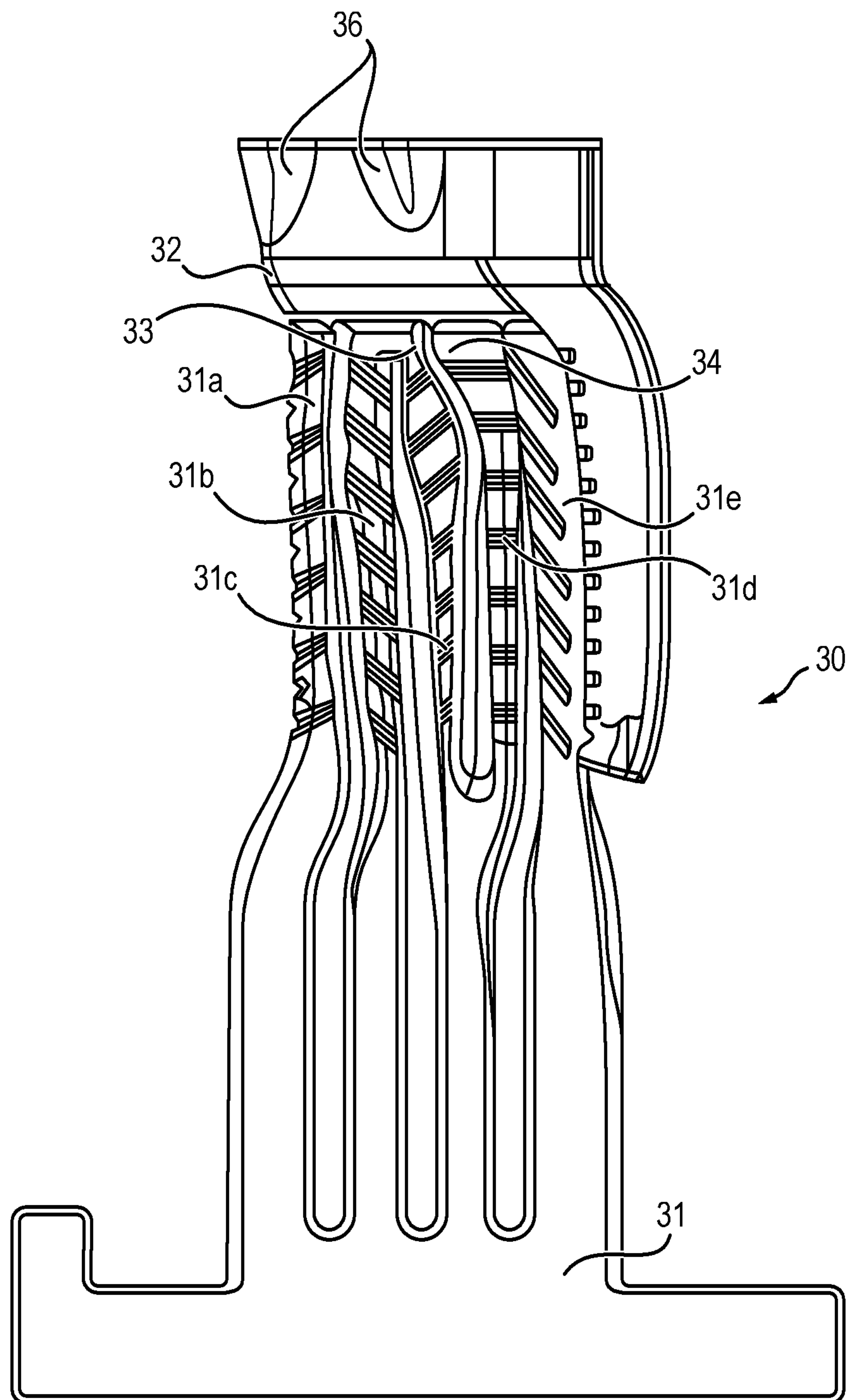
étant séparée d'une cavité adjacente par une paroi inter-cavités (20), ainsi qu'une cavité de baignoire (18), caractérisée en ce que la paroi inter-cavités (20) de l'au moins une cavité centrale (19d) qui est adjacente à la cavité de bord de fuite (19d) est
5 conformée, dans un voisinage immédiat de la cavité de baignoire (18), avec un décalage (16) en direction de la cavité de bord d'attaque (19a).

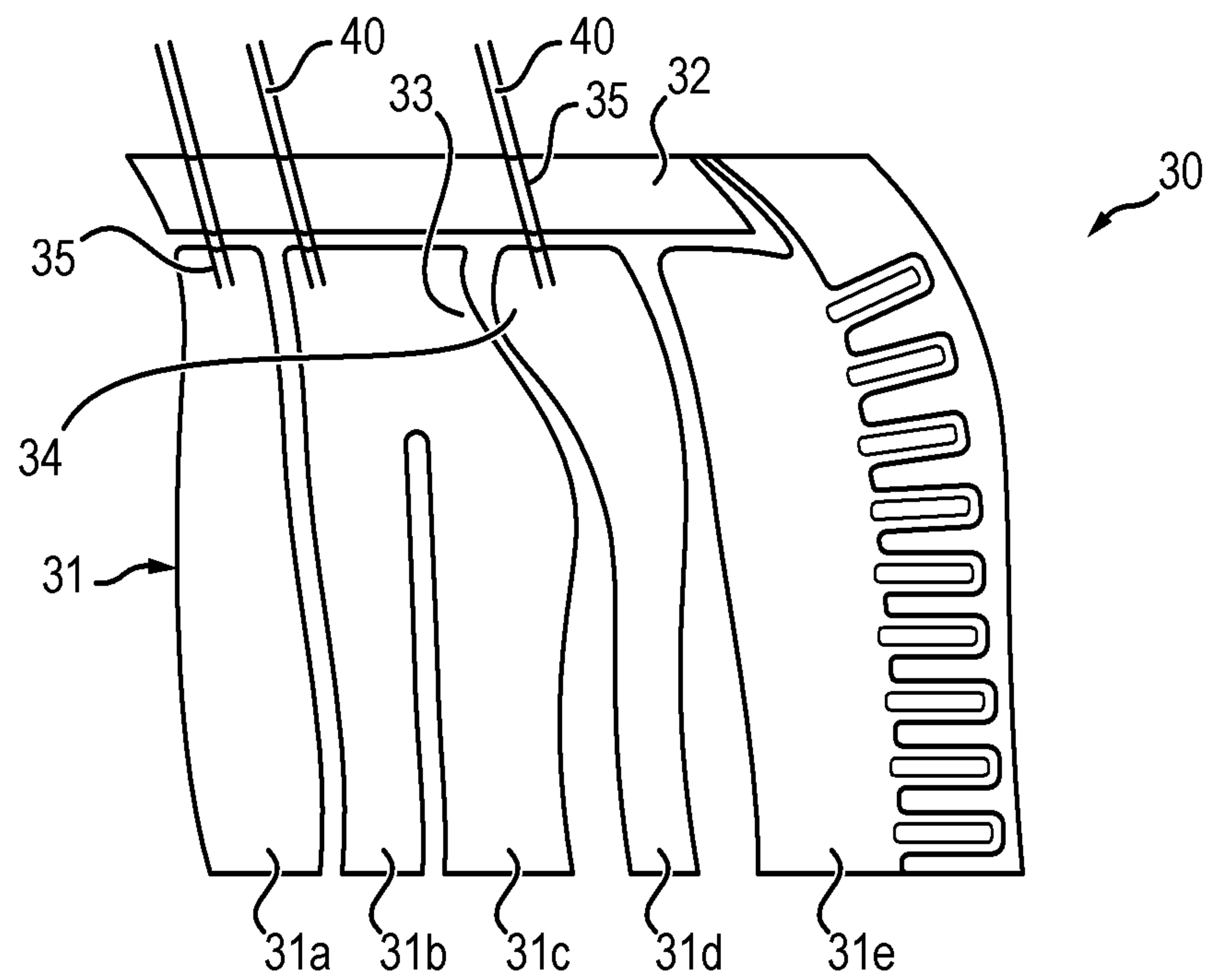
9. Turbomachine comprenant une aube (1) selon la revendication 8.

1/5

FIG. 1



2/5**FIG. 2**

3/5**FIG. 3**

4/5

FIG. 4a

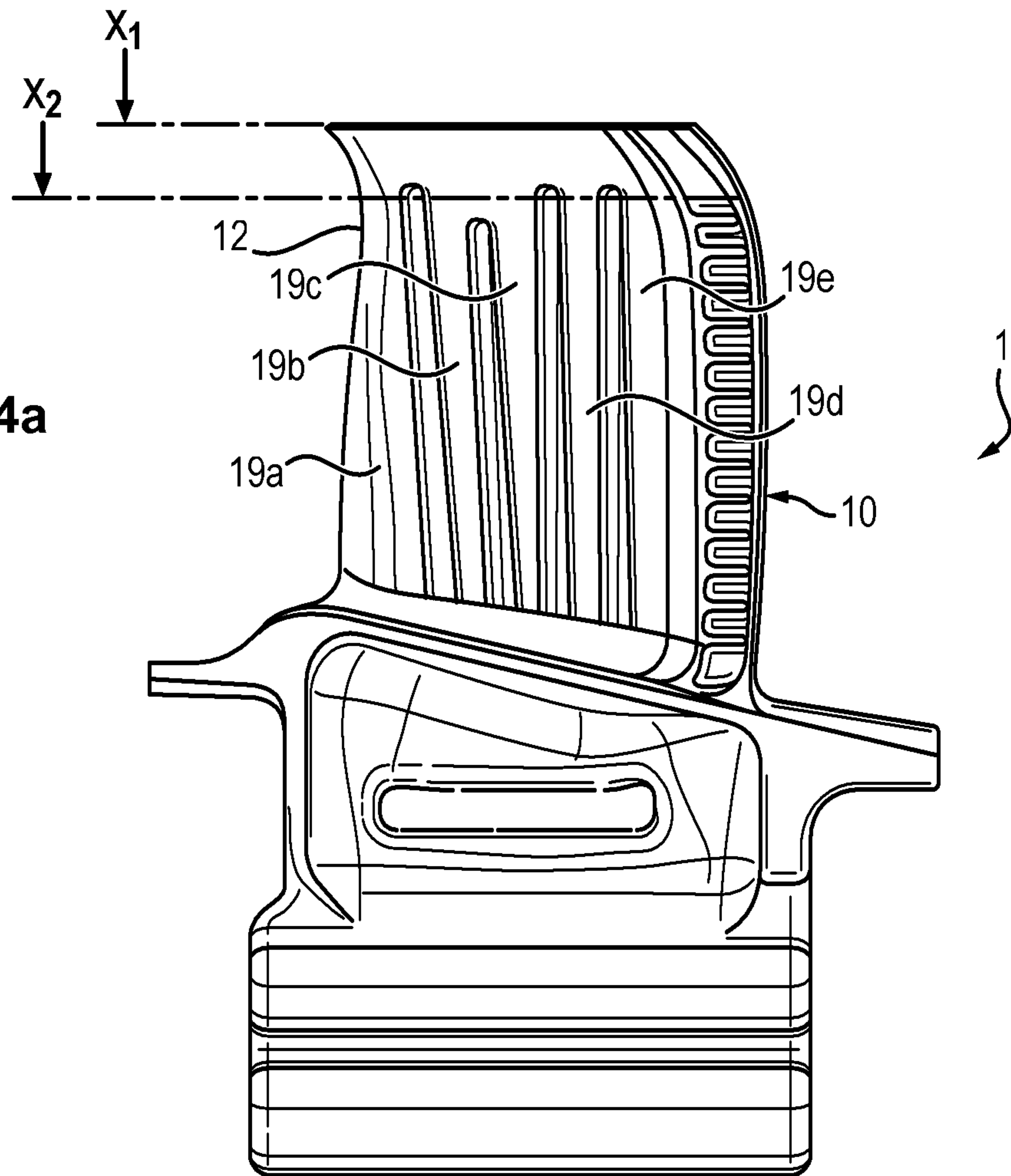
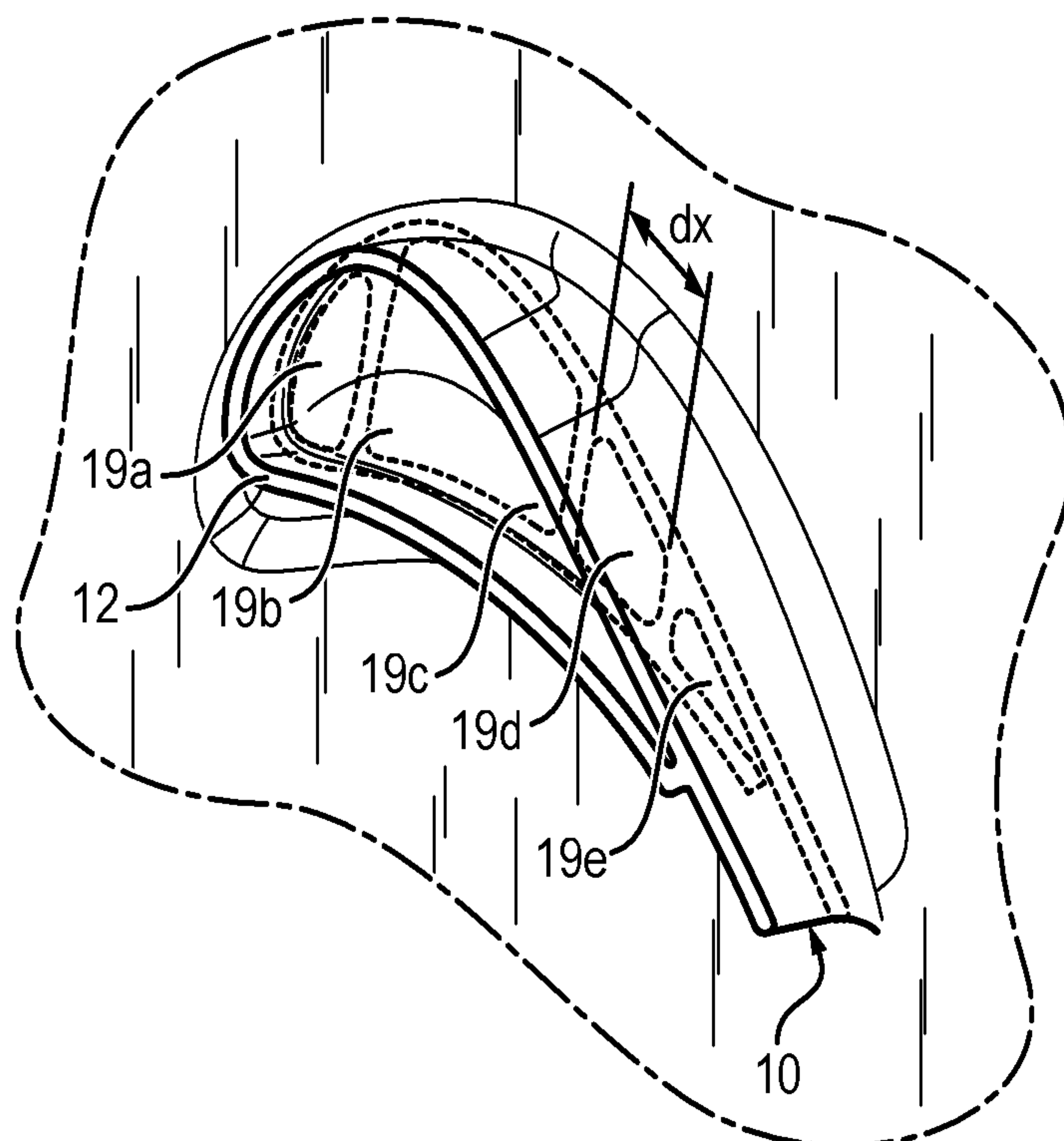
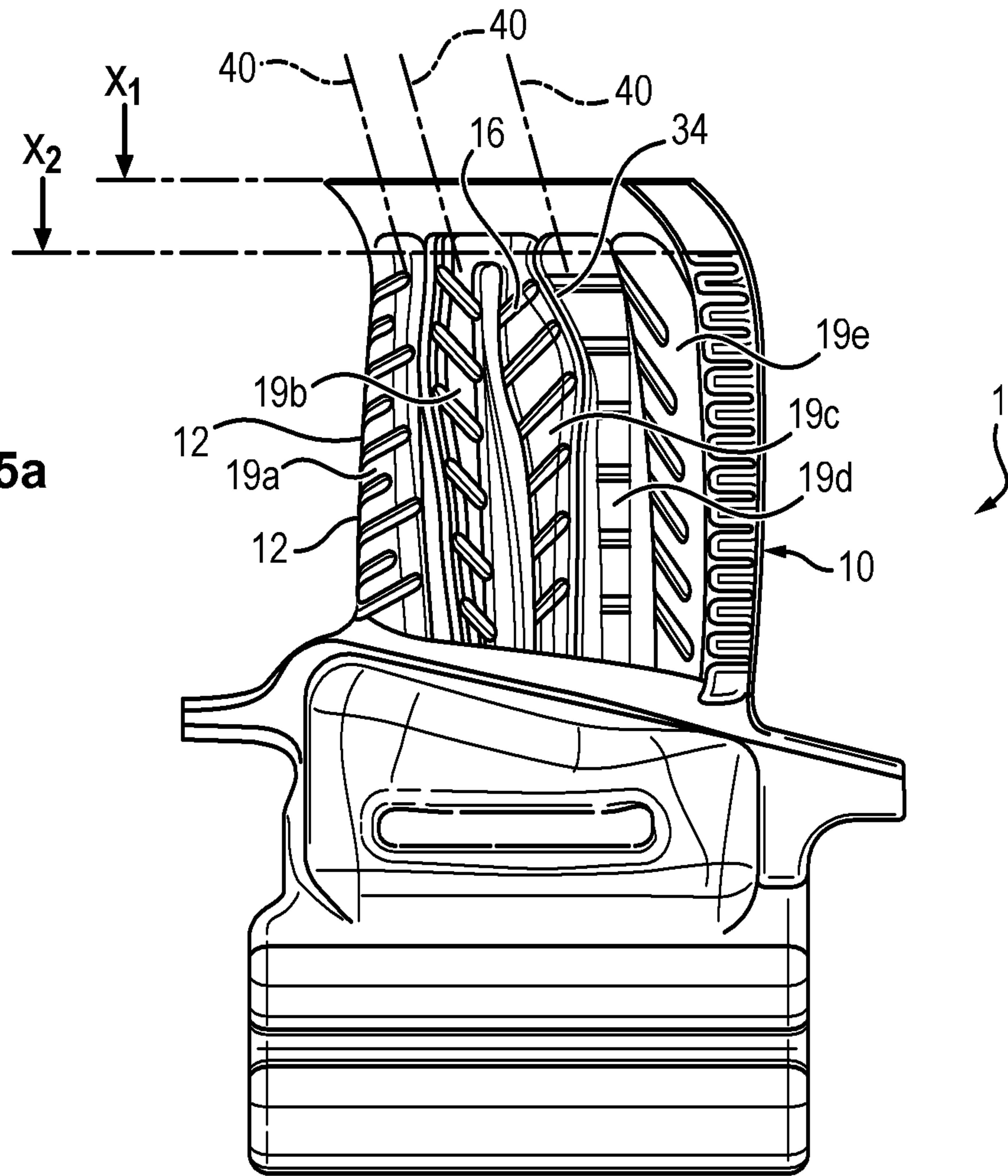


FIG. 4b



5/5**FIG. 5a****FIG. 5b**