

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 149 620

②1 N° d'enregistrement national : 23 05645

⑤1 Int Cl⁸ : C 21 D 9/00 (2023.01), C 22 F 1/00, F 01 D 5/28

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 06.06.23.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 13.12.24 Bulletin 24/50.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : SAFRAN Société anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : MAGUIN Vincent, AGNE Aboubakry et
TENNE Serge Vladimir.

⑦3 Titulaire(s) : SAFRAN Société anonyme.

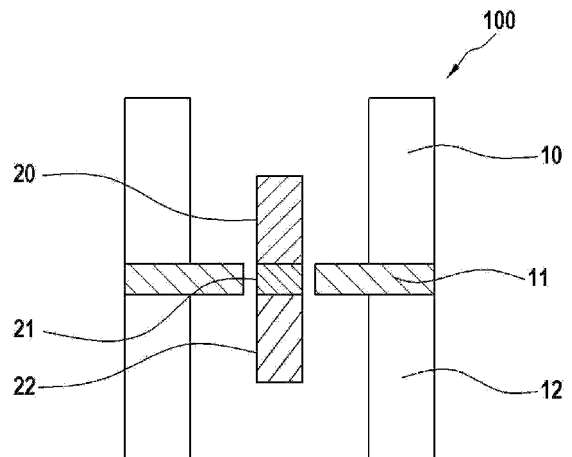
⑦4 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤4 Procédé de traitement thermique d'une pièce métallique bi-matériaux et dispositif pour mettre en œuvre ce
procédé.

⑤7 Procédé de traitement thermique d'une pièce métal-
lique bi-matériaux et dispositif pour mettre en œuvre ce
procédé

Procédé de traitement thermique pour aube métallique
multi-matériaux de turbomachine, l'aube métallique com-
prenant une première (20) et une deuxième partie (22) cha-
cune réalisées dans des matériaux différents, le procédé
comprenant : un premier traitement thermique à une pre-
mière température, le premier traitement thermique étant
uniquement subi par la première partie de l'aube métallique,
et une deuxième traitement thermique à une deuxième tem-
pérature plus faible que la première température, le deu-
xième traitement thermique étant subi par la deuxième
partie de l'aube métallique.

Figure pour l'abrégé : Fig. 1.



FR 3 149 620 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé de traitement thermique d'une pièce métallique bi-matériaux et dispositif pour mettre en œuvre ce procédé

Domaine technique

- [0001] Le présent exposé concerne un procédé de traitement thermique d'une aube de turbine métallique multi-matériaux, ainsi que les dispositifs qui permettent la mise en œuvre de ce procédé.
- [0002] Un tel procédé peut par exemple être utilisé pour former des aubes métalliques de turbomachine. De telles aubes sont particulièrement adaptées pour des applications dans des turbines et des compresseurs haute-pression.

Technique antérieure

- [0003] Dans l'optique de construire des turbomachines plus performantes, les températures de fonctionnement au sein de la turbomachine sont de plus en plus élevées. Cela concerne particulièrement les étages chauds de la turbomachine (compresseur haute pression, chambre de combustion et turbine haute pression). Afin de répondre à ces conditions de plus en plus exigeantes, de nouvelles aubes métalliques multi-matériaux ont été conçues. Il est alors possible d'adapter les matériaux des aubes aux conditions plus exigeantes au sein de la turbomachine, lors de son fonctionnement en tenant compte des sollicitations thermomécaniques locales.
- [0004] Cependant, chaque matériau des aubes multi-matériaux présentent des propriétés différentes. Cela est particulièrement problématique pour les étapes de finition de l'aube, par exemple pour les étapes de traitement thermique permettant la mise en solution de certains précipités cristallins et la dissolution des eutectiques formés à la solidification. En particulier, les plages de températures des traitements thermiques des différents matériaux composant une aube multi-matériaux peuvent être disjointes.
- [0005] Dans de telles circonstances, le matériau présentant la tenue en température la plus faible est limitant pour les traitements thermiques des autres matériaux. En conséquence, la microstructure des matériaux particulièrement choisis pour leurs propriétés sur une certaine plage de températures est dégradée. Ainsi, lesdites propriétés désirées peuvent, dans certains cas, ne pas être atteintes. Les performances de l'aube en sont donc diminuées.
- [0006] Il existe donc un réel besoin d'amélioration en ce sens. En particulier, il existe un besoin de méthodes de finition de pièces multi-matériaux qui soient dépourvues, au moins en partie, des inconvénients précités. Dans le présent exposé, l'expression « méthode de finition » désigne les opérations de fin de gamme de fabrication ap-

pliquées sur une pièce. Par exemple, un traitement thermique peut être considéré comme une méthode de finition.

Exposé de l'invention

- [0007] Le présent exposé concerne un procédé de traitement thermique pour aube métallique multi-matériaux de turbomachine, l'aube métallique comprenant une première et une deuxième partie chacune réalisées dans des matériaux différents, le procédé comprenant : un premier traitement thermique à une première température, le premier traitement thermique étant uniquement subi par la première partie de l'aube métallique, et une deuxième traitement thermique à une deuxième température plus faible que la première température, le deuxième traitement thermique étant subi par la deuxième partie de l'aube métallique.
- [0008] Selon un tel procédé, il devient possible de traiter thermiquement deux parties distinctes d'une même aube, aux propriétés différentes, avec un traitement thermique adapté pour chacune de ces zones. Cela s'adapte particulièrement aux aubes métalliques multi-matériaux de turbomachine. En effet, cette solution permet de contourner les difficultés rencontrées jusqu'à présent sur la finition des aubes bi-matériaux, dans lesquelles les plages de température des traitements thermiques requis pour les matériaux de l'aube sont disjointes.
- [0009] Dans certains modes de réalisation, le premier et le deuxième traitement thermique sont successifs.
- [0010] Cette configuration permet d'améliorer la précision thermique du traitement thermique. En particulier, cette configuration est avantageuse pour limiter les effets de diffusion thermique au sein de l'aube métallique.
- [0011] Dans certains modes de réalisation, le premier et le deuxième traitement thermique sont simultanés.
- [0012] Cette configuration représente un gain de temps, car les matériaux de l'aube subissent leurs traitements thermiques respectifs simultanément. Le temps global du traitement thermique de l'aube est donc plus court.
- [0013] Dans certains modes de réalisation, le procédé comprend une unique trempe prévue après le premier et le deuxième traitement thermique.
- [0014] Cette configuration représente une économie de temps, d'énergie et de coût, car cela permet de s'affranchir d'une étape de chauffe supplémentaire qui suivrait le premier traitement thermique. La réalisation d'une seule trempe permet par ailleurs d'éviter des phénomènes de recristallisation qui peuvent se produire lorsque les contraintes thermo-mécaniques subies par la pièce diminuent.
- [0015] Dans certains modes de réalisation, lors du premier traitement thermique, la deuxième partie de l'aube métallique est refroidie par un fluide.

- [0016] Le fluide peut être un gaz ou un liquide.
- [0017] Dans cette configuration, un gradient thermique s'établit entre la première partie et la deuxième partie. Ce gradient thermique permet de limiter la température de la deuxième partie. De cette façon, l'impact du traitement thermique de la première partie sur la deuxième partie est fortement diminué, voire annulé.
- [0018] Le présent exposé concerne par ailleurs un four adapté pour le traitement thermique d'une aube métallique multi-matériaux de turbomachine comprenant : une enceinte chaude configurée pour être maintenue à une première température supérieure à 1250°C et, pour recevoir une première partie de l'aube métallique, une enceinte froide configurée pour être maintenue à une deuxième température supérieure à 1100°C et inférieure à la première température, et pour recevoir une deuxième partie de l'aube métallique, et dans lequel le four comprend un écran de séparation thermiquement isolant séparant l'enceinte chaude de l'enceinte froide, et configuré pour être traversé par l'aube métallique.
- [0019] Un tel four permet de facilement mettre en œuvre le procédé de la présente invention. En particulier, un tel four est particulièrement adapté pour effectuer des traitements thermiques simultanés pour les aubes métalliques comprenant plusieurs matériaux.
- [0020] Dans certains modes de réalisation, l'enceinte froide comprend un système de refroidissement par un fluide configuré pour refroidir la deuxième partie de l'aube.
- [0021] Dans certains modes de réalisation, l'enceinte froide comprend un système de refroidissement et une empreinte configurée pour accueillir et refroidir la deuxième partie de l'aube.
- [0022] Dans cette configuration, l'impact de la température au sein de l'aube métallique est diminué.
- [0023] Les caractéristiques et avantages précités, ainsi que d'autres, apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, d'exemples de réalisation du dispositif et du procédé proposés. Cette description détaillée fait référence aux dessins annexés.

Brève description des dessins

- [0024] Les dessins annexés sont schématiques et visent avant tout à illustrer les principes de l'exposé.
- [0025] Sur ces dessins, d'une figure à l'autre, des éléments (ou parties d'élément) identiques sont repérés par les mêmes signes de référence.
- [0026] [Fig.1] La [Fig.1] représente schématiquement un four pour mettre en œuvre le procédé selon un premier mode de réalisation.
- [0027] [Fig.2] La [Fig.2] représente schématiquement un four selon une première variante.
- [0028] [Fig.3] La [Fig.3] représente schématiquement un four selon une deuxième variante.
- [0029] [Fig.4] La [Fig.4] représente schématiquement un four selon une troisième variante.

- [0030] [Fig.5] La [Fig.5] représente l'évolution de la température perçue par la première et la deuxième partie de l'aube métallique en fonction du temps, selon un premier mode de réalisation du procédé de l'invention.
- [0031] [Fig.6] La [Fig.6] représente l'évolution de la température perçue par la première et la deuxième partie de l'aube métallique en fonction du temps, selon un deuxième mode de réalisation du procédé de l'invention.
- [0032] [Fig.7] La [Fig.7] représente l'évolution de la température perçue par la première et la deuxième partie de l'aube métallique en fonction du temps, selon un troisième mode de réalisation du procédé de l'invention.
- [0033] [Fig.8] La [Fig.8] représente l'évolution de la température perçue par la première et la deuxième partie de l'aube métallique en fonction du temps, selon un quatrième mode de réalisation du procédé de l'invention.

Description des modes de réalisation

- [0034] Afin de rendre plus concret l'exposé, un exemple de dispositif est décrit en détail ci-après, en référence aux dessins annexés. Il est rappelé que l'invention ne se limite pas à cet exemple.
- [0035] Le présent exposé s'intéresse à la finition d'une aube métallique. La première partie 20 et la deuxième partie 22 sont réalisées dans deux matériaux différents. Par exemple, la première partie 20 peut être l'alliage commercial CMSX-4 ® tandis que la deuxième partie peut être l'alliage commercial AM1 ®s.
- [0036] La [Fig.1] représente un four 100 apte à la mise en œuvre du procédé de l'invention. Le four 100 comprend une enceinte chaude 10 et une enceinte froide 12. Un écran de séparation 11 sépare l'enceinte chaude 10 et l'enceinte froide 12. Les enceintes chaude 10 et froide 12 peuvent, par exemple, être aptes à chauffer un matériau par convection ou par induction.
- [0037] L'écran de séparation 11 est isolant thermiquement. Par exemple, l'écran de séparation 11 peut permettre de maintenir un écart de température entre l'enceinte chaude 10 et l'enceinte froide 12 supérieur à 20°C, pour un écran de séparation 11 présentant une épaisseur supérieure à 1mm.
- [0038] Une aube métallique comprenant une première partie 20, une deuxième partie 22 et une partie de jonction 21 reliant la première partie 20 et la deuxième partie 22 est disposée dans le four 100. Par exemple, la première partie 20 peut correspondre à la pale de l'aube, la partie de jonction 21 peut correspondre à la plateforme de l'aube et la deuxième partie 22 peut correspondre au pied de l'aube.
- [0039] Dans le présent exemple de réalisation, l'aube est disposée dans le four 100 de sorte que la première partie 20 de l'aube soit dans l'enceinte chaude 10 et la deuxième partie de l'aube 22 soit dans l'enceinte froide 12. La partie de jonction 21 est alors dans le

même plan que l'écran de séparation 11 du four 100. Il est à noter que la configuration inverse est aussi réalisable, de sorte que la première partie 20 soit disposée dans l'enceinte froide 12 et la deuxième partie 22 soit disposée dans l'enceinte chaude 10.

- [0040] La [Fig.2] représente une première variante du four 100, comprenant un système de refroidissement 30. Dans le cas de la première variante, le système de refroidissement 30 comprend une enceinte sous pression contrôlée ou sous vide. Cette enceinte peut remplacer l'enceinte froide 12, ou simplement être comprise au sein de l'enceinte froide 12. Afin d'obtenir un refroidissement, l'enceinte de refroidissement 30 peut être refroidie à l'aide d'un gaz, typiquement un gaz inerte comme l'argon.
- [0041] La [Fig.3] représente une deuxième variante du four 100, comprenant un système de refroidissement 40. Dans le cas de la deuxième variante, le système de refroidissement 40 comprend une enceinte configurée pour recevoir un liquide dans lequel la deuxième partie de l'aube 22 peut être plongée. Cette enceinte peut être comprise au sein de l'enceinte froide 12. Afin d'obtenir un refroidissement, l'enceinte de refroidissement 40 peut comprendre un liquide, typiquement un métal liquide comme de l'aluminium liquide.
- [0042] La [Fig.4] représente une troisième variante du four 100, comprenant un système de refroidissement 50. Dans le cas de la troisième variante, le système de refroidissement 50 comprend une empreinte 53 (outillage) configurée pour maintenir la deuxième partie 22. L'empreinte 53 est refroidie, et peut par exemple comprendre un circuit de refroidissement à eau ou à gaz cryogénique. L'empreinte 53 peut remplacer l'enceinte froide 12 ou être simplement comprise au sein de l'enceinte froide 12.
- [0043] Afin de mettre en œuvre le procédé de la présente invention, l'aube métallique est placée dans le four 100. Nous nous intéressons désormais au pilotage du four 100 qui aboutit au traitement thermique de l'aube métallique.
- [0044] La [Fig.5] représente l'évolution de la température perçue par la première partie 20 et la deuxième partie 22 en fonction du temps, pour un traitement thermique selon un premier mode de réalisation du procédé de l'invention.
- [0045] Chaque matériau présente une température de solvus et une température de brûlure. Pour obtenir un traitement thermique satisfaisant pour un matériau, il faut le chauffer au-delà de sa température de solvus mais en dessous de sa température de brûlure. En effet, au-delà de la température de brûlure, le matériau se dégrade.
- [0046] Les températures de solvus et de brûlure sont respectivement notées T1 et T1' pour le premier matériau et T2 et T2' pour le deuxième matériau.
- [0047] Dans le premier mode de réalisation, et comme cela est représenté sur la [Fig.1], la première partie 20 de l'aube est portée à une température T comprise entre T1 et T1', tandis que la deuxième partie 22 est maintenue à une température plus faible que T2, de préférence très inférieure à T2. Par exemple, la deuxième partie 22 peut être

maintenue à 300°C, voire à température ambiante.

[0048] La première partie 20 est maintenue pendant un certain temps à cette température T, de sorte que la première partie 20 soit traitée thermiquement. Par exemple, la première partie 20 peut être maintenue pendant au moins 10h à une température supérieure à 1250°C, préférentiellement supérieure à 1310°C. Dans le présent exemple, la première partie 20 est maintenue à une température T constante. Cependant, la température T de traitement thermique peut être variable, et par exemple être une succession de plateaux à une pluralité de températures. Une fois le traitement thermique de la première partie 20 terminé, la première partie 20 est refroidie. Par exemple, la première partie 20 peut être refroidie par trempe. La trempe peut par exemple s'effectuer selon une méthode connue, à l'aide d'argon turbiné. Optionnellement, la première partie peut être refroidie jusqu'à une température qui peut être la température ambiante.

[0049] Ensuite, la première partie 20 et la deuxième partie 22 sont portées à une température T' comprise entre T2 et T2'. La première partie 20 et la deuxième partie 22 sont maintenues pendant un certain temps à cette température T', de sorte que la deuxième partie 22 soit traitée thermiquement. Par exemple, la deuxième partie 22 peut être maintenue pendant au moins 1 heure à une température T' supérieure à 1100°C, préférentiellement supérieure à 1290°C. Dans le présent exemple, la deuxième partie 22 est maintenue à une température T' constante. Cependant, la température T' de traitement thermique peut être variable, et par exemple être une succession de plateaux à une pluralité de températures différentes.

[0050] Une fois le traitement thermique de la deuxième partie 22 terminé, la première partie 20, la partie de jonction 21 et la deuxième partie 22 sont refroidies. Par exemple, la première partie 20, la partie de jonction 21 et la deuxième partie 22 peuvent être refroidies par trempe.

[0051] La [Fig.6] représente l'évolution de la température perçue par la première partie 20 et la deuxième partie 22 de l'aube métallique en fonction du temps, selon un deuxième mode de réalisation du procédé de l'invention. Le deuxième mode de réalisation est identique au premier mode de réalisation à l'exception suivante : lors du traitement thermique de la deuxième partie 22, la première partie est maintenue à une température plus faible que T2, préférentiellement très inférieure à T2. Par exemple, la première partie peut être maintenue à 300°C, voire à température ambiante.

[0052] La [Fig.7] représente l'évolution de la température perçue par la première partie 20 et la deuxième partie 22 de l'aube métallique en fonction du temps, selon un troisième mode de réalisation du procédé de l'invention. Le troisième mode de réalisation est identique au premier mode de réalisation à l'exception suivante : à la fin du traitement thermique de la première partie 20, la première partie est refroidie à la température T' comprise entre T2 et T2'. Cette température T' est la température de traitement

thermique de la deuxième partie 22. Ensuite, le traitement thermique de la deuxième partie 22 est opéré et cette dernière est portée à la température T'. Pendant le traitement thermique de la deuxième partie 22, la première partie 20 est, elle aussi, maintenue à la température T'.

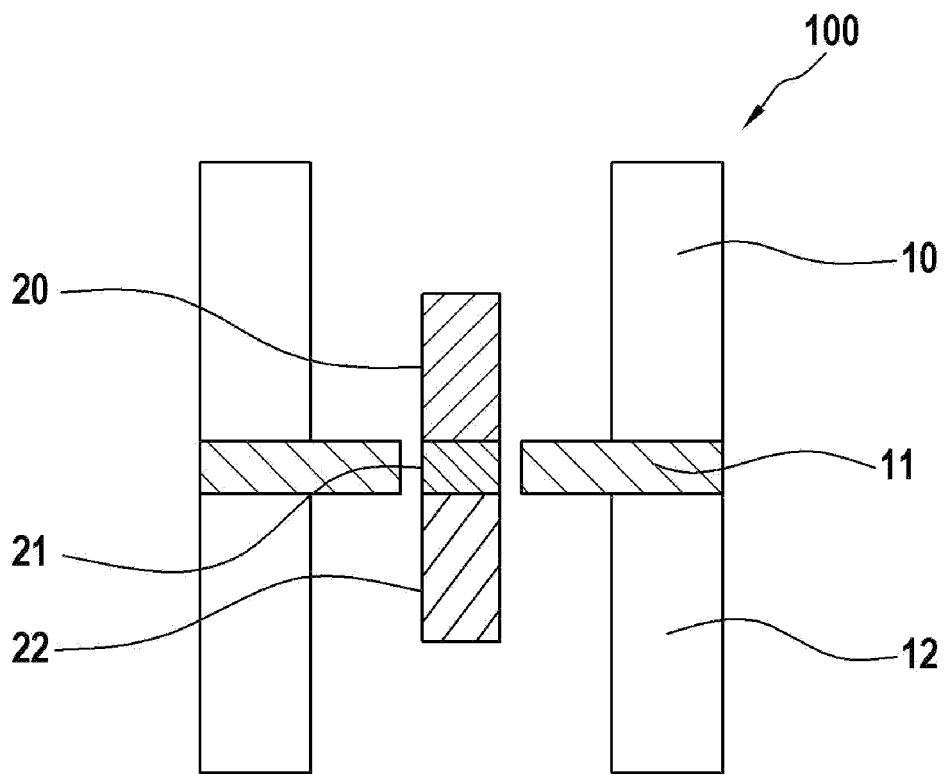
- [0053] La [Fig.8] représente l'évolution de la température perçue par la première partie 20 et la deuxième partie 22 de l'aube métallique en fonction du temps, selon un quatrième mode de réalisation du procédé de l'invention. Dans le quatrième mode de réalisation de l'invention, le traitement thermique de la première partie 20 et le traitement thermique de la deuxième partie 22 sont effectués simultanément.
- [0054] Ainsi, dans le quatrième mode de réalisation, la première partie 20 de l'aube est portée à une température T comprise entre T1 et T1', et la deuxième partie 22 est simultanément portée à une température T' comprise entre T2 et T2'.
- [0055] La première partie 20 et la deuxième partie 22 sont maintenues respectivement aux températures T et T' jusqu'à ce qu'elles soient traitées thermiquement. Par exemple, la première partie 20 et la deuxième partie 22 peuvent être maintenues aux températures respectives T et T' pendant au moins 10h.
- [0056] La première partie 20 et la deuxième partie 22 sont ensuite refroidies, par exemple par une trempe.
- [0057] Optionnellement, la première partie 20 et la deuxième partie 22 peuvent être portées aux températures respectives T et T' séparément et/ou refroidies séparément, de sorte que les temps de maintien aux températures T et T' soient différents.
- [0058] Bien que la présente invention ait été décrite en se référant à des exemples de réalisation spécifiques, il est évident que des modifications et des changements peuvent être effectués sur ces exemples sans sortir de la portée générale de l'invention telle que définie par les revendications. En particulier, des caractéristiques individuelles des différents modes de réalisation illustrés/mentionnés peuvent être combinées dans des modes de réalisation additionnels. Par conséquent, la description et les dessins doivent être considérés dans un sens illustratif plutôt que restrictif.
- [0059] Il est également évident que toutes les caractéristiques décrites en référence à un procédé sont transposables, seules ou en combinaison, à un dispositif, et inversement, toutes les caractéristiques décrites en référence à un dispositif sont transposables, seules ou en combinaison, à un procédé.

Revendications

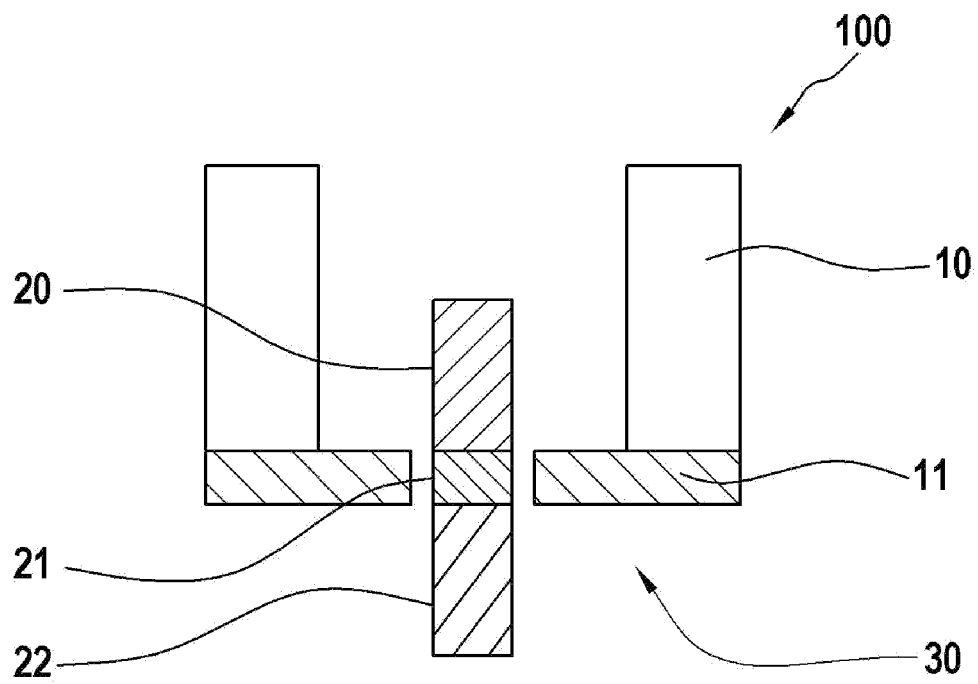
- [Revendication 1] Procédé de traitement thermique pour aube métallique multi-matériaux de turbomachine,
l'aube métallique comprenant une première partie (20) et une deuxième partie (22) chacune réalisées dans des matériaux différents,
le procédé comprenant :
un premier traitement thermique à une première température, le premier traitement thermique étant uniquement subi par la première partie (20) de l'aube métallique, et
une deuxième traitement thermique à une deuxième température plus faible que la première température, le deuxième traitement thermique étant subi par la deuxième partie (22) de l'aube métallique.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel le premier et le deuxième traitement thermique sont successifs.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1, dans lequel le premier et le deuxième traitement thermique sont simultanés.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, comprenant une unique trempé prévue après le premier et le deuxième traitement thermique.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel lors du premier traitement thermique, la deuxième partie (22) de l'aube métallique est refroidie par un fluide.
- [Revendication 6] Four (100) adapté pour le traitement thermique d'une aube métallique multi-matériaux de turbomachine comprenant :
une enceinte chaude (10) configurée pour être maintenue à une première température supérieure à 1250°C et, pour recevoir une première partie (20) de l'aube métallique,
une enceinte froide (12) configurée pour être maintenue à une deuxième température supérieure à 1100°C et inférieure à la première température, et pour recevoir une deuxième partie de l'aube métallique (22), et dans lequel le four comprend un écran de séparation (11) thermiquement isolant séparant l'enceinte chaude (10) de l'enceinte froide (12), et configuré pour être traversé par l'aube métallique.
- [Revendication 7] Four selon la revendication 6, dans lequel l'enceinte froide (12) comprend un système de refroidissement (30, 40) par un fluide configuré pour refroidir la deuxième partie de l'aube (22).
- [Revendication 8] Four selon la revendication 6, dans lequel l'enceinte froide comprend un système de refroidissement (50) et une empreinte (53) configurée pour

accueillir et refroidir la deuxième partie de l'aube (22).

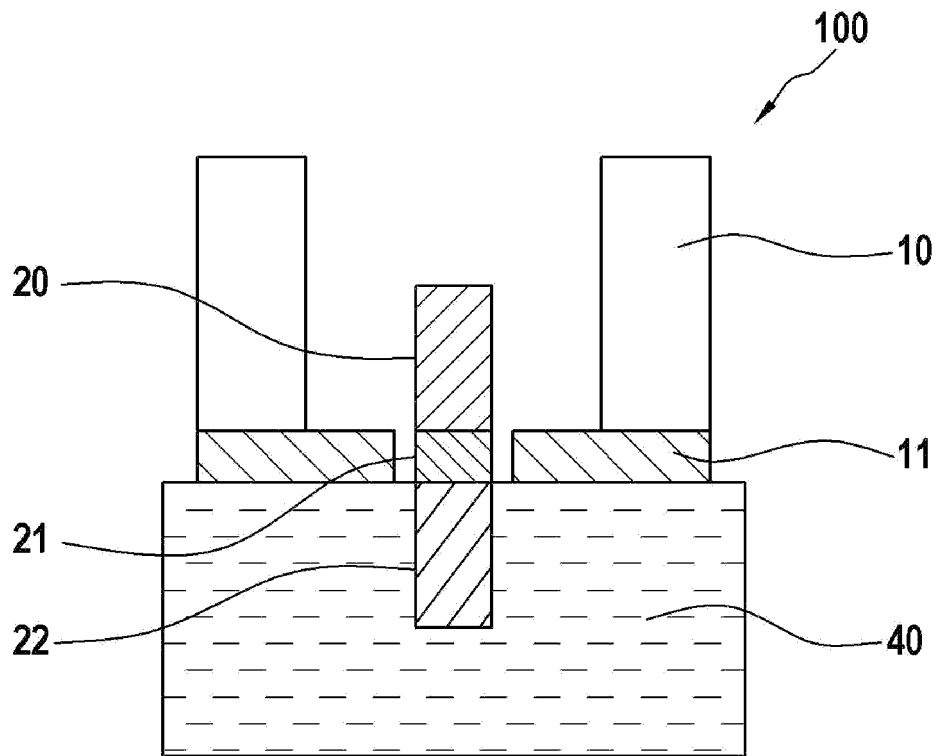
[Fig. 1]



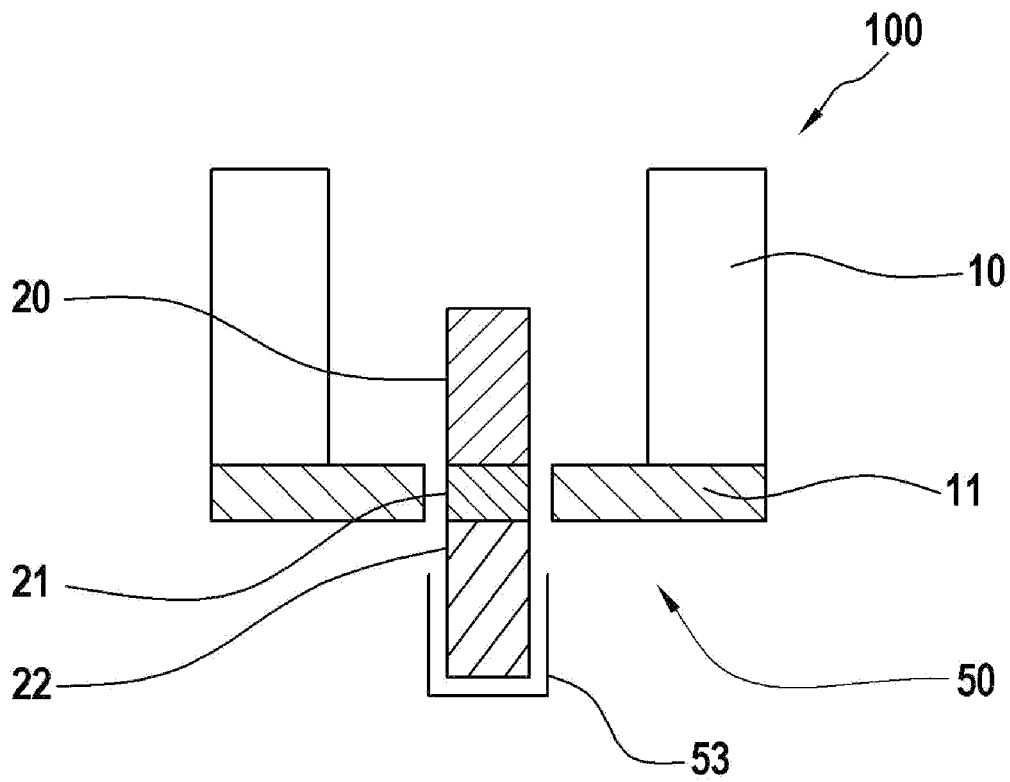
[Fig. 2]



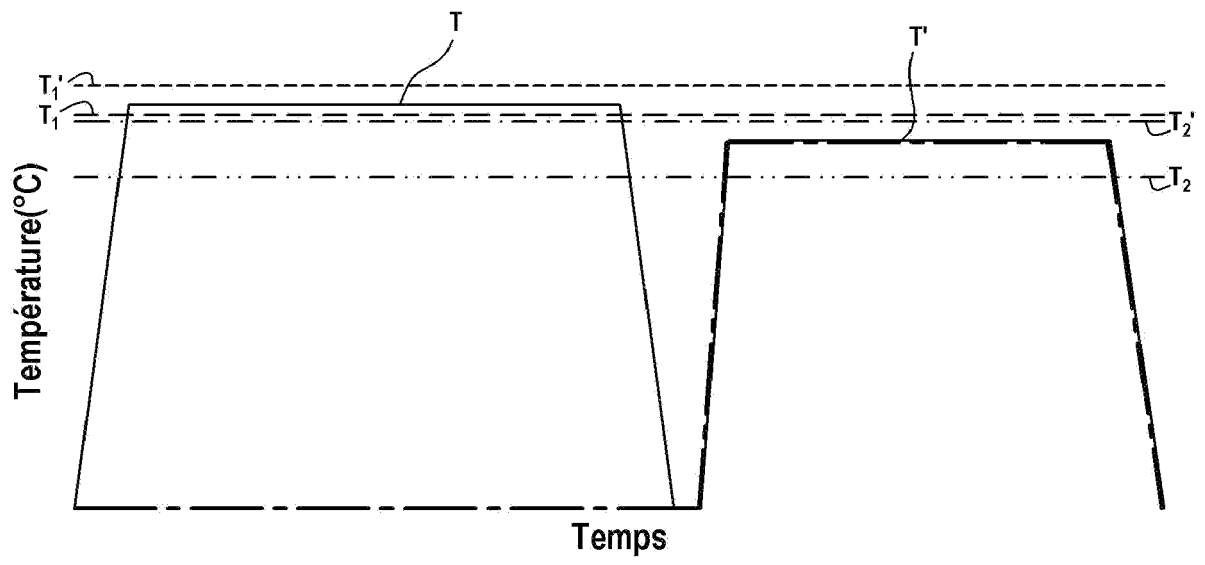
[Fig. 3]



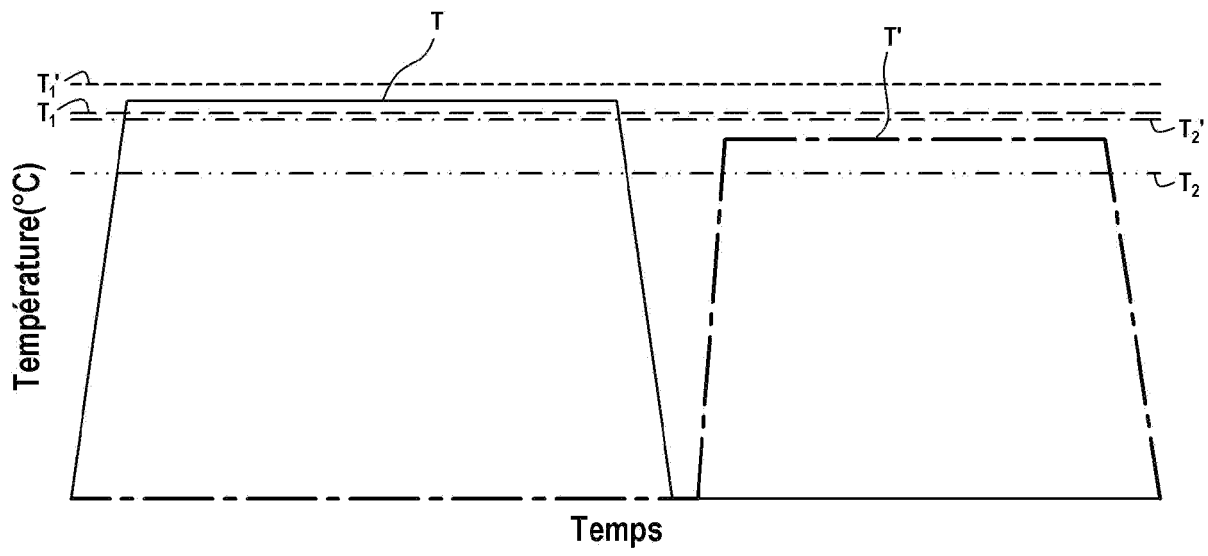
[Fig. 4]



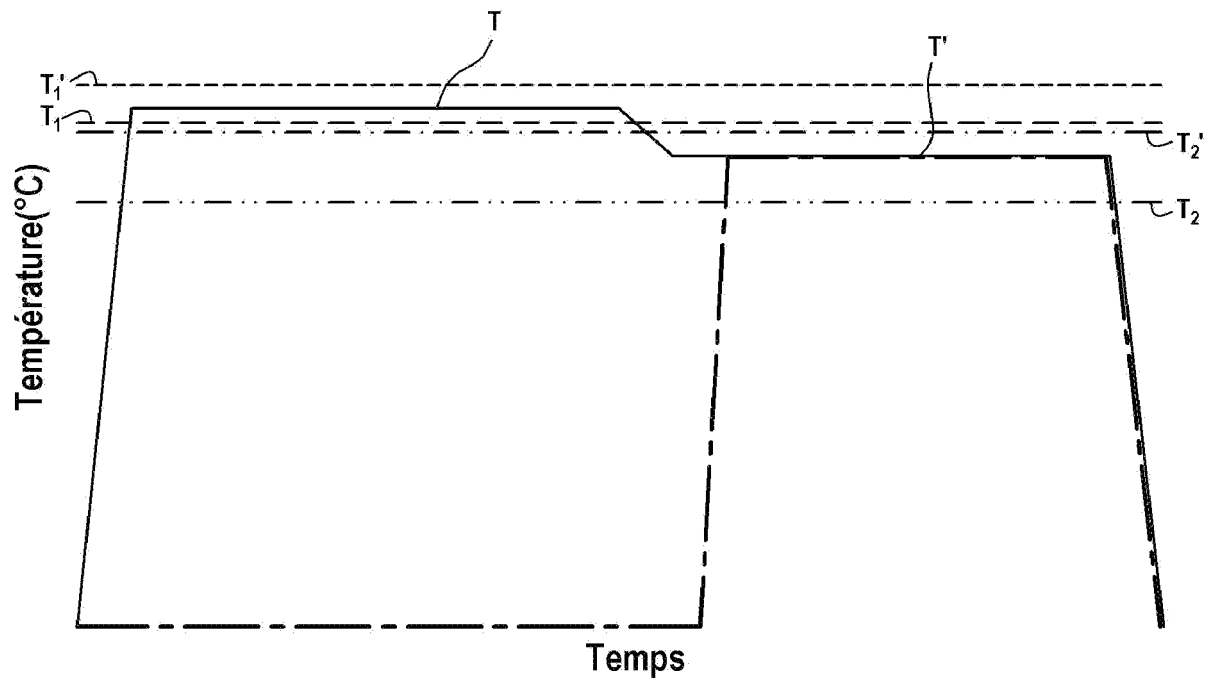
[Fig. 5]



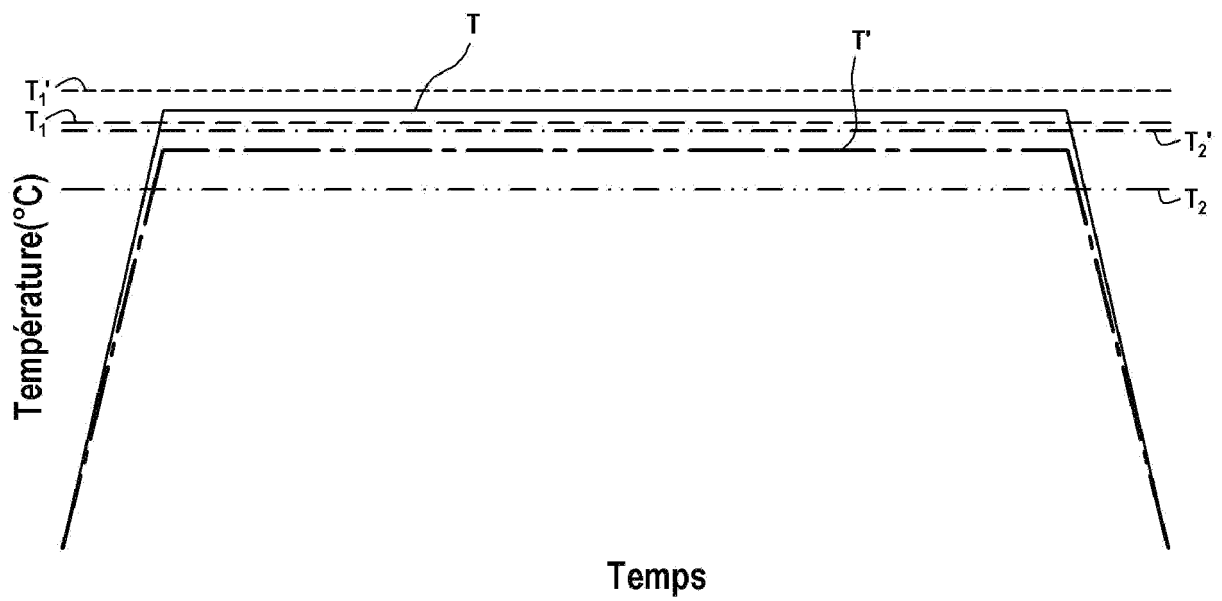
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 920135
FR 2305645

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	FR 3 127 144 A1 (SAFRAN [FR]) 24 mars 2023 (2023-03-24)	1-5	C21D 9/00 C22F 1/00
A	* revendications * * alinéa [0040] * * alinéa [0045] * -----	6-8	F01D 5/28
Y	EP 3 219 824 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 20 septembre 2017 (2017-09-20)	1-5	
A	* revendications * * alinéa [0011] * -----	6-8	
X	FR 3 056 994 A1 (SAFRAN [FR]) 6 avril 2018 (2018-04-06)	6-8	
A	* revendications * * figures 1, 2 * -----	1-5	
X	US 2010/300584 A1 (BUSCHSIEWEKE OTTO [DE] ET AL) 2 décembre 2010 (2010-12-02)	6-8	
A	* revendications * * figures 1-3 * -----	1-5	
A	EP 3 839 081 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 23 juin 2021 (2021-06-23) * le document en entier * -----	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) C22F F27D F01D F27B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
15 décembre 2023		Morra, Valentina	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2305645 FA 920135**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **15-12-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3127144	A1	24-03-2023	AUCUN	

EP 3219824	A1	20-09-2017	EP 3219824 A1	20-09-2017
			US 2017268089 A1	21-09-2017
			US 2020140983 A1	07-05-2020

FR 3056994	A1	06-04-2018	AUCUN	

US 2010300584	A1	02-12-2010	CN 101796202 A	04-08-2010
			DE 102007057855 B3	30-10-2008
			EP 2227570 A1	15-09-2010
			ES 2620804 T3	29-06-2017
			RU 2010126492 A	10-01-2012
			US 2010300584 A1	02-12-2010
			WO 2009067976 A1	04-06-2009

EP 3839081	A1	23-06-2021	CN 112981074 A	18-06-2021
			EP 3839081 A1	23-06-2021
			JP 2021095635 A	24-06-2021
			US 2021180169 A1	17-06-2021
