

(19)



(11)

EP 3 362 648 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
23.10.2019 Patentblatt 2019/43

(51) Int Cl.:
F01D 5/26 *(2006.01)* **F01D 5/02** *(2006.01)*
F01D 5/30 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **16812708.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/080179

(22) Anmeldetag: **08.12.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/114644 (06.07.2017 Gazette 2017/27)

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES GRUNDKÖRPERS EINER TURBINENSCHAUFEL**
METHOD FOR PRODUCING A BASE PART OF A TURBINE BLADE
PROCEDE DE FABRICATION D'UN CORPS DE BASE D'UN AUBE DE TURBINE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **28.12.2015 EP 15202827**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.08.2018 Patentblatt 2018/34

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **AHMAD, Fathi**
41564 Kaarst (DE)
• **RADULOVIC, Radan**
44799 Bochum (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 537 922 EP-A1- 1 985 803
EP-A1- 2 957 792 WO-A1-2015/157381

EP 3 362 648 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Grundkörpers einer Turbinenlaufschaufel, umfassend zumindest die aufeinander folgenden Schritte, Bereitstellen des Grundkörpers, welcher entlang einer virtuellen Längsachse aufeinander folgend einen Schaufelfuß, eine Schaufelplattform und ein Schaufelblatt umfasst, Erfassen eines Werts eines Schwingungseigenschaft repräsentierenden Parameters des Grundkörpers, Vergleichen des erfassten Werts mit einem vorgegeben Ziel-Intervall und sofern der erfasste Wert außerhalb des Ziel-Intervalls liegt, Reduzieren der Masse der Grundkörpers. Ferner betrifft die Erfindung einen Laufschaufelring für einen Rotor einer axial durchströmten Turbine.

[0002] Es ist bekannt, Turbinenlaufschaufeln mit einer Schutzschicht zu versehen, damit diese beim Betrieb in einer Gasturbine eine erhöhte Lebensdauer aufweisen. Als Schutzschicht wird häufig eine Korrosionsschutzschicht des Typs MCrAlY auf die in einem Gießverfahren hergestellte Turbinenlaufschaufel aufgebracht. Die Aufbringung der Schutzschicht erfolgt in dem Bereich derjenigen Oberfläche, welcher im Betrieb dem Heißgas der Gasturbine ausgesetzt ist. Dieser Bereich umfasst sowohl das Schaufelblatt als auch die Plattform der Turbinenlaufschaufel, an welcher sich das Schaufelblatt anformt. Neben der Korrosionsschutzschicht kann zudem eine Wärmedämmschicht im vorgenannten Bereich aufgebracht werden, um den Wärmeeintrag aus dem Heißgas in das Grundmaterial der Turbinenlaufschaufel so gering wie möglich zu halten. Das Aufbringen der Schichten verändert dabei das Schwingungsverhalten der Turbinenlaufschaufel.

[0003] Des Weiteren ist bekannt, dass Turbinenlaufschaufeln einer Schwingungsanregung im Betrieb der Gasturbine ausgesetzt sind. Die Schwingungsanregung erfolgt aufgrund der Rotation des Rotors, an dem die Turbinenlaufschaufeln befestigt sind. Einen weiteren Beitrag zur Schwingungsanregung erfahren die Schaufelblätter der Turbinenlaufschaufeln durch das auf sie auftreffende Heißgas. Da die Schaufelblätter der Turbinenlaufschaufeln - in Strömungsrichtung des Heißgases gesehen - hinter einem Kranz von Turbinenleitschaufeln umlaufen, werden diese durch zyklisch auftreffendes Heißgas zum Schwingen angeregt. Daher ist es erforderlich, dass jede Turbinenlaufschaufel eine ausreichend hohe Eigenfrequenz aufweist, so dass sowohl die von der Rotordrehzahl als auch die vom Heißgas herührende Schwingungsanregung mit den jeweiligen Anregungsfrequenzen nicht zu einer unzulässig hohen Schwingung des Schaufelblattes führt. Dementsprechend werden im Stand der Technik die Turbinenlaufschaufeln derartig ausgelegt, dass deren Eigenfrequenz von den Anregungsfrequenzen der stationären Gasturbine abweicht. Bei der Entwicklung der Turbinenlaufschaufel wird zudem darauf geachtet, dass die fertige Turbinenlaufschaufel insgesamt den Anforderungen bezüglich

der Eigenresonanz, auch im Hinblick auf die zu erwartenden Rotordrehzahlen genügt.

[0004] Im Fertigungsprozess der Turbinenlaufschaufel ist daher vorgesehen, jede einzelne Turbinenlaufschaufel auf ihre Schwingungseigenschaften zu überprüfen. Bei dieser Überprüfung wird die Turbinenschaufel fußseitig eingespannt und per mechanischem Impuls zum Schwingen angeregt. Daraufhin wird die Schwingungsantwort der Turbinenschaufel und insbesondere ihres Schaufelblattes erfasst. Sofern die Schwingungsantwort der Turbinenlaufschaufel den vorgegebenen Frequenzwerten an Eigenfrequenz nicht erfüllt, ist diese zu verwerfen oder mittels geeigneter Maßnahmen derart zu manipulieren, dass diese die Anforderungen an die Eigenfrequenz erfüllt und somit für den Betrieb geeignet ist. Um Turbinenlaufschaufeln, welche allein aufgrund ihrer Schwingungseigenschaft nicht zum Einsatz in der Gasturbine vorgesehen sind, der Benutzung doch zuzuführen, ist beispielsweise aus der EP 1 985 803 A1 bekannt, in der Spitze des Schaufelblatts eine Ausnehmung einzubringen, wodurch die Masse der Turbinenlaufschaufel an ihrem freien, schwingfähigen Ende reduziert werden kann. Durch die Reduzierung der Masse der Turbinenlaufschaufel wird die Schwingungseigenschaft positiv beeinflusst. Ihre Eigenfrequenz kann durch das Entfernen der Masse zu höheren Werten verschoben werden.

[0005] Daneben ist aus der EP 0 537 922 A1 bekannt, in die Schaufelplattform einer Turbinenlaufschaufel ein rohrförmigen Dämpfer einzusetzen. Dieser kann unter Fliehkraft sich geringfügig herauschieben und so zur Anlage an einer Plattform einer Nachbarschaufel gelangen, um während des Betriebs Schaufelzu-Schaufel-Schwingungen zu dämpfen.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens zum Herstellen von Grundkörpern von Turbinenlaufschaufeln, deren Eigenfrequenzen den Anforderungen für den Einsatz innerhalb einer stationären Gasturbine entsprechen. Weitere Aufgabe ist die Bereitstellung eines Laufschaufelrings, dessen Laufschaufelblätter besonders robust gegen eine vom Heißgas herbeigeführte Schwingungsanregung sind.

[0007] Die auf das Verfahren bezogene Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst, wobei sich vorteilhafte Ausgestaltungen in den Unteransprüchen widerspiegeln. Die auf den Laufschaufelring bezogene Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 6 gelöst.

[0008] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass das Einbringen der Ausnehmungen zur Einstellung der Eigenfrequenz nicht allein am Schaufelblatt erfolgen muss. Insbesondere kann auch die Maßnahme zur Beeinflussung der Schwingungseigenschaften der Turbinenschaufeln bzw. ihres gegossenen Grundkörpers auch am Schaufelfuß bzw. an der so genannten Plattformunterseite erfolgen. Die Plattformunterseite ist dabei diejenige Seite der Plattform einer Turbinenlaufschaufel bzw. des Grundkörpers, welcher der Heißgasseite der

Plattform gegenüberliegt und somit dem Schaufelfuß zugewandt ist. Als Maßnahmen können das Einbringen von Ausnehmungen oder die Verkleinerung eines Abmaßes unter den Sollwert vorgesehen sein. Selbstverständlich ließen sich auch beide Maßnahmen miteinander kombinieren.

[0009] Die Vorteile beider Maßnahmen sind, dass sie weder die strukturelle Integrität des Schaufelblatts verändern noch deren Aerodynamik verschlechtern. Dies ermöglicht das Erreichen der vorbestimmten Lebensdauer und Leistungswerte des Schaufelgrundkörpers bzw. der schlussendlich daraus entstehenden Turbinenlaufschaufel.

[0010] Mithin schlägt die Erfindung vor, dass der Schaufelgrundkörper am Schaufelfuß und/oder an der Unterseite der Plattform einen Bereich aufweist, dessen Gestalt und/oder Abmaße so gewählt sind, dass diese keine strukturellen Funktionen aufweisen. Aufgrund dieser Eigenschaft und den ursprünglich bereitgestellten Abmaßen umfasst der Grundkörper zumindest einen Bereich, der als Opferbereich angesehen wird, um durch dortige Massereduzierung die Schwingungseigenschaften des Grundkörpers zu verändern, ohne dass die funktionalen Eigenschaften sich mit ändern. Zur Massereduzierung kann beispielsweise in eine ebenflächige Seite des Schaufelfußes eine Ausnehmung eingebracht werden. Ein weiteres Beispiel ist der Reduzierung der Breite eines Steges, welches an der Plattformunterseite der Turbinenschaufel vorgesehen ist.

[0011] Vorzugsweise sind die Bereiche dort angesiedelt, bei denen die voran beschriebenen Maßnahmen durchgeführt werden können, ohne dass sich die für die während des Betriebs auftretende relevante mechanische Belastung erforderliche strukturelle Integrität des Grundkörpers signifikant verschlechtert. Mithin werden diejenigen Flächenträgheitsmomente und die diejenige Steifigkeit der Turbinenlaufschaufel verändert, die die Lebensdauer der Turbinenschaufel ohnehin nicht begrenzen. Damit bleibt die vorbestimmte Lebensdauer der Turbinenlaufschaufel unbeeinflusst.

[0012] Bevorzugt liegt der betreffende Bereich bzw. liegen die betreffenden Bereiche außerhalb derjenigen Flächen des Grundkörpers, die von einem Heißgas überströmbar sind. Damit lässt sich das Verfahren auch nach dem Beschichten von Turbinenlaufschaufeln mit einer Erosions- und/oder Wärmedämmschicht anwenden.

[0013] Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Verfahren in einer recht späten Phase des Herstellungsprozesses der Turbinenschaufeln angewendet. Dies bedeutet, dass der üblicherweise im Gießverfahren hergestellte Grundkörper vor dem Erfassen des Werts des eine Schwingungseigenschaft repräsentierenden Parameters bereits auf Sollmaß gebracht worden ist. Damit wird gewährleistet, dass die Schwingungsmessung an der nahezu fertigen Turbinenlaufschaufel erfolgt und somit weitere Fertigungsschritte, die ebenso die Schwingungseigenschaften des Grundkörpers bzw. der Turbinenlaufschaufel verändern können, zumindest weitgehend ver-

mieden werden.

[0014] Weiter bevorzugt kann das Verfahren auch vor dem Beschichten des Grundkörpers durchgeführt werden, wenn vorausbestimmbar ist, um welchen (mittleren) Wert der erfasste Wert des Parameters aufgrund der dann nachträglich aufgetragenen Beschichtung sich ändert. Dann sind bereits in einer früheren Phase des Herstellungsprozesses die vorgenannten Maßnahmen durchführbar, um diejenigen Grundkörper zu selektieren, deren Schwingungseigenschaften und -werte trotz der Durchführung der erfindungsgemäßen Maßnahmen nicht in die zugehörigen Ziel-Intervalle überführt werden konnten. Hiermit können Aufwendungen für Ausschuss frühzeitig vermieden werden.

[0015] Zweckmäßigerweise sind nur einige der Turbinenlaufschaufeln eines Schaufelkranzes, oder gar alle gemäß dem vorgenannten Verfahren hergestellt.

[0016] In dieser Anmeldung wird begrifflich zwischen einer Turbinenlaufschaufel und einem Grundkörper einer Turbinenlaufschaufel unterschieden. Dabei wird unter einer Turbinenlaufschaufel diejenige verstanden, die fertig hergestellt und dafür vorgesehen ist, dass sie ohne weitere Bearbeitung an einem Rotor einer Turbine befestigt werden kann. Im Unterschied dazu wird unter dem Grundkörper einer Turbinenlaufschaufel ein Turbinenlaufschaufelrohling verstanden, der sich noch inmitten des Herstellungsprozesses befindet, an dessen Ende die fertige Turbinenlaufschaufel steht. Mithin betrifft die Erfindung nur einige der insgesamt erforderlichen Herstellungsschritte zum Fertigen einer einsatzbereiten Turbinenlaufschaufel, wobei die hier genannten Verfahrensschritte auch die allerletzten Herstellungsschritte zum Herstellen der einsatzbereiten Turbinenschaufel darstellen können.

[0017] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung erläutert, wobei identische Bezugszeichen gleich wirkende Bauteile beschreiben.

[0018] Es zeigen:

FIG 1 ein Ablaufdiagramm mit den unterschiedlichen Herstellungsschritten eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen eines Grundkörpers einer Turbinenlaufschaufel,

FIG 2 ein Ablaufdiagramm mit weiteren Herstellungsschritten und

FIG 3 eine perspektivische Ansicht auf eine Unterseite eines Grundkörpers einer Turbinenlaufschaufel.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren 10 ist in FIG 1 dargestellt. Das Verfahren 10 zum Herstellen eines Grundkörpers 30 (Fig. 3) einer Turbinenlaufschaufel umfasst in einem ersten Schritt 12 das Bereitstellen des Grundkörpers 30 der Turbinenlaufschaufel. Der Grundkörper 30 umfasst entlang einer virtuellen Längsachse 31 aufeinander folgend einen Schaufelfuß 32, eine Platt-

form 34 und ein Schaufelblatt 36.

[0020] Die Kontur des Schaufelfußes 32 ist bei senkrechter Sicht auf seine ebenflächige Stirnseite 38 tan-
nenbaumförmig und geht über einen so genannten
Schaufelhals 40 in eine Unterseite 42 der Plattform 34
über. Der Unterseite 42 gegenüberliegend weist die
Plattform eine Heißgasseite 44 auf, an der das Schau-
felblatt 36 sich monolithisch anschließt. Dieses ist trop-
fenförmig ausgebildet und unter Ausbildung einer Druck-
seite 46 und einer Saugseite 48 aerodynamisch ge-
krümmt.

[0021] Der Schaufelfuß 32 erstreckt sich über eine
Länge L zwischen den beiden sich axial einander gegen-
überliegenden ebenflächigen Stirnseiten 38.

[0022] In einem zweiten Herstellungsschritt 14 wird eine
Größe von mindestens einem Parameter des Grund-
körpers 30 erfasst, wobei mindestens einer der Parame-
ter eine Schwingungseigenschaft des Grundkörpers re-
präsentiert. Üblicherweise werden die Eigenfrequenzen
und die Schwingungsmoden mit den üblichen Methoden
erfasst.

[0023] In einem dritten Herstellungsschritt 16 wird der
erfasste Wert bzw. werden die erfassten Werte mit einem
(zugehörigen) Ziel-Intervall verglichen. Liegen die er-
fassten Werte außerhalb des zugehörigen Ziel-Intervalls,
werden erfindungsgemäß am Schaufelfuß 32 und/oder
an der Unterseite 42 der Plattform 36 schwingungsver-
ändernde Maßnahmen als vierter Herstellungsschritt
durchgeführt. Diese können das Einbringen von einer
oder mehreren Ausnehmungen 50 und/oder das Verklei-
nern der bisherigen Abmaße wie Länge, Breite oder Hö-
he bestimmter, dort angeordneter Merkmale sein. Bei-
spielsweise kann die Länge L des Schaufelfußes 32 um
einige hundertstel Millimeter gekürzt werden auf ein Maß,
welches unter den ansonsten vorgesehenen Sollwert für
die Länge L liegt. Die Reduzierung der Masse des Grund-
körpers 30 erfolgt in demjenigen Bereich 49, der insbe-
sondere dafür vorgesehen wurden. Damit ändert sich
das Gewicht und ggf. die Anpressfläche der Turbinen-
laufschaufel unter Fliehkraft, was auf die Schwingungs-
eigenschaft der Turbinenlaufschaufel günstig auswirkt.

[0024] Im Zweifelsfall werden die zweiten, dritten und
vierten Schritte 14, 16, 18 als Serie wiederholt ausge-
führt, um die Eignung des Grundkörpers 30 zu überprüfen.
Erst wenn die untersuchte Turbinenlaufschaufeln den
Anforderungen hinsichtlich der Schwingungseigen-
schaft genügt, wird diese dem weiteren Herstellungspro-
zess übergeben.

[0025] Bei dem Grundkörper 30 bzw. bei der Turbinen-
laufschaufel kann es sich auch um eine handeln, die mit
einer Schutzschicht versehen ist bzw. versehen werden
soll. Die Schutzschicht ist dabei vorzugsweise eine Kor-
rosionsschutzschicht vom Typ MCrAlY. Alternativ kann
auch eine zwei- oder mehrlagige Schutzschicht vorge-
sehen sein, die als Bondcoat eine Schicht vom Typ
MCrAlY umfasst, auf der weiter außen eine keramische
Wärmedämmschicht (thermal barrier coat-TBC) aufge-
bracht worden ist. Durch das Aufbringen der Schutz-

schicht, insbesondere eine Korrosionsschutzschicht,
wird die Masse des Grundkörpers weiter erhöht. Die mit
der Massenerhöhung einhergehende Veränderung der
Eigenfrequenz kann durch das Einbringen von Ausneh-
mungen 50 am Schaufelfuß 32 bzw. der Unterseite der
Plattform 34 kompensiert werden. Es ist dabei vorge-
sehen, dass derartig viele und derartig tiefe Ausnehmungen
eingebracht werden, bis die Turbinenlaufschaufel den
Anforderungen an die Eigenfrequenz genügt. Es kann
dabei sein, dass trotz der Anwendung des erfindungs-
gemäßen Verfahrens die Eigenfrequenz nicht stark ge-
nug beeinflusst werden kann, dass diese den Anforde-
rungen genügt. In diesem Falle ist der Grundkörper für
eine kommerzielle Nutzung nicht geeignet.

[0026] Die Beschichtung des Grundkörpers 30 kann
vor dem erstmaligen Durchführen des zweiten Herstel-
lungsschritts 14 oder nach dem letzten Durchführen
des vierten Herstellungsschritts 18 erfolgen.

[0027] Mittels der stirnseitig in den Schaufelfuß 32 an-
geordneten Ausnehmung 50 erfolgt eine Frequenzver-
schiebung der Eigenfrequenz. Die Gestalt der Ausneh-
mungen 50 ist beliebig.

[0028] Fig. 2 zeigt ein zweites Ablaufdiagramm für ein
weiteres Ausführungsbeispiel eines Herstellverfahrens.
Gemäß dem weiteren Ausführungsbeispiel umfasst das
Herstellverfahren die bisher erwähnten Schritte 12, 14,
16, 18, ergänzt um teilweise dazwischen durchzuführen-
de Herstellungsschritte 13 und 19. Ergänzt wurde einer-
seits der Herstellungsschritt 13, in welchem der Grund-
körper 30 zumindest weitestgehend auf Maß gefertigt
wird. Mit anderen Worten: in diesem Herstellungsschritt
werden die gußtoleranzbehafteten Maße des Grundkör-
pers 30 auf die planmäßigen Sollwerte, die ihrerseits
ebenso toleranzbehaftet sein können, gebracht.

[0029] Im Herstellungsschritt 19 kann ein bis dahin un-
beschichteter Grundkörper 30 mit einer Erosions-
und/oder Wärmedämmschicht versehen werden.

[0030] Insgesamt schlägt somit die Erfindung ein Ver-
fahren zum Herstellen von Turbinenlaufschaufeln bzw.
von deren Grundkörpern 30 vor, deren Frequenzeigen-
schaft besonders einfach an die erforderlichen Randbe-
dingungen angepasst werden kann. Hierzu ist vorge-
sehen, dass das Einbringen von Ausnehmungen 50 in den
Schaufelfuß 32 und/oder durch verkleinern eines Abma-
ßes unter den entsprechenden Sollwert erfolgt, sofern
der Grundkörper 30 unzureichende Schwingungseigen-
schaften aufweist. Hierdurch ist eine Methode ange-
geben, mit der die Schwingungseigenschaft der Turbinen-
laufschaufel besonders einfach und variabel eingestellt
werden kann. Damit kann die Ausschussquote bei der
Herstellung von Turbinenlaufschaufeln reduziert wer-
den.

Patentansprüche

1. Verfahren (10, 20) zum Herstellen eines Grundkör-
pers (30) bzw. einer Turbinenlaufschaufel (40) um-

fassend zumindest die aufeinander folgenden Schritte,

- a) Bereitstellen des Grundkörpers (30), welcher entlang einer Längsachse (31) aufeinander folgend einen Schaufelfuß (32), eine Schaufelplattform (34) und ein Schaufelblatt (36) umfaßt,
- b) Erfassen einer Werts von mindestens einem Parameter des Grundkörpers (30), wobei mindestens einer der Parameter eine Schwingungseigenschaft des Grundkörpers (30) repräsentiert,
- c) Vergleichen des erfassten Werts mit einem vorgegeben Ziel-Intervall,
- d) sofern der erfasste Wert außerhalb des Ziel-Intervalls liegt, Reduzieren der Masse der Grundkörpers (30),

dadurch gekennzeichnet,

dass die Reduzierung der Masse am Schaufelfuß (32) und/oder am Schaufelplattform (34) durch Einbringen mindestens einer Ausnehmung (50) und/oder durch Verkleinerung eines Abmaßes unter den entsprechenden Sollwert erfolgt.

2. Verfahren (10, 20) nach Anspruch 1, bei dem der betreffende Bereich (49) bzw. die betreffenden Bereiche (49) außerhalb derjenigen Flächen des Grundkörpers (30) liegt bzw. liegen, die von einem Heißgas überströmbar sind.
3. Verfahren (10, 20) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem vor der Durchführung des Schritts b) zumindest die meisten Abmaße des Grundkörpers (30) auf ihr Sollmaß gebracht werden.
4. Laufschaufelring für einen Rotor einer axial durchströmten Turbine, mit einer Anzahl von Turbinenlaufschaufeln, deren Grundkörper (30) nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 hergestellt sind.

Claims

1. Method (10, 20) for producing a base body (30) or a turbine rotor blade (40), comprising at least the successive steps of

- a) providing the base body (30), which comprises, following one another along a longitudinal axis (31), a blade root (32), a blade platform (34) and a blade airfoil (36),
- b) sensing a value of at least one parameter of the base body (30), at least one of the parameters representing a vibrational property of the base body (30),

- c) comparing the sensed value with a predetermined target interval,
- d) if the sensed value lies outside the target interval, reducing the mass of the base body (30),

characterized

in that the reduction of the mass takes place at the blade root (32) and/or on the blade platform (34) by introducing at least one recess (50) and/or by reducing a dimension below the corresponding target value.

2. Method (10, 20) according to Claim 1, in which the region (49) concerned or the regions (49) concerned lies or lie outside those regions of the base body (30) that can be flowed over by a hot gas.
3. Method (10, 20) according to Claim 1 or 2, in which, before carrying out step b), at least most of the dimensions of the base body (30) are brought to their target size.
4. Rotor turbine ring for a rotor of an axially flowed-through turbine, with a number of turbine rotor blades, the base bodies (30) of which are produced by a method according to one of Claims 1 to 3.

Revendications

1. Procédé (10, 20) de fabrication d'un corps (30) de base ou d'une aube (40) mobile de turbine, comprenant au moins les stades successifs,

- a) on se procure le corps (30) de base, qui comprend, en succession suivant un axe (31) longitudinal, une emplanture (32) d'aube, une plateforme (34) d'aube et une pale (36) d'aube,
- b) on relève une valeur d'au moins un paramètre du corps (30) de base, dans lequel au moins l'un des paramètres représente une propriété d'oscillation du corps (30) de base,
- c) on compare la valeur relevée à un intervalle cible donné à l'avance,
- d) dans la mesure où la valeur relevée est à l'extérieur de l'intervalle cible, on réduit la masse du corps (30) de base,

caractérisé

en ce que la réduction de la masse s'effectue sur l'emplanture (32) de l'aube et/ou sur la plateforme (34) de l'aube, en ménageant au moins un évidement (50) et/ou par diminution d'une côte en dessous de la valeur de consigne correspondante.

2. Procédé (10, 20) suivant la revendication 1,

dans lequel la partie (49) concernée ou les parties (49) concernées se trouve ou se trouvent à l'extérieur des surfaces du corps (30) de base sur lesquelles passe un gaz chaud.

5

3. Procédé (10, 20) suivant la revendication 1 ou 2, dans lequel, avant d'effectuer le stade b), on met au moins la plupart des côtes du corps (30) de base à leur côte de consigne.

10

4. Couronne d'aube mobile d'un rotor d'une turbine à passage axial, comprenant un certain nombre d'aubes mobiles de turbine, dont les corps (30) de base sont fabriqués par un procédé suivant l'une des revendications 1 à 3.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

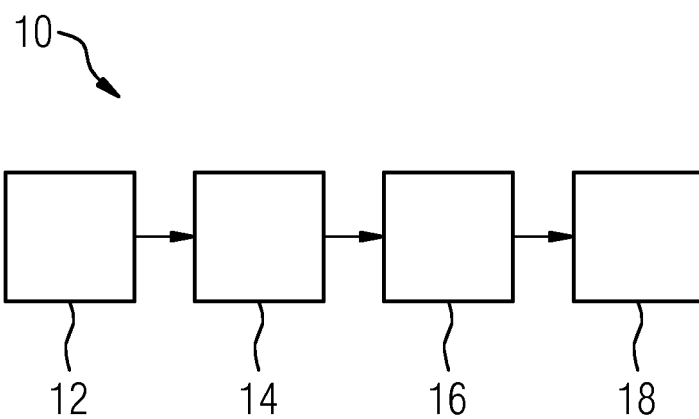


FIG 2

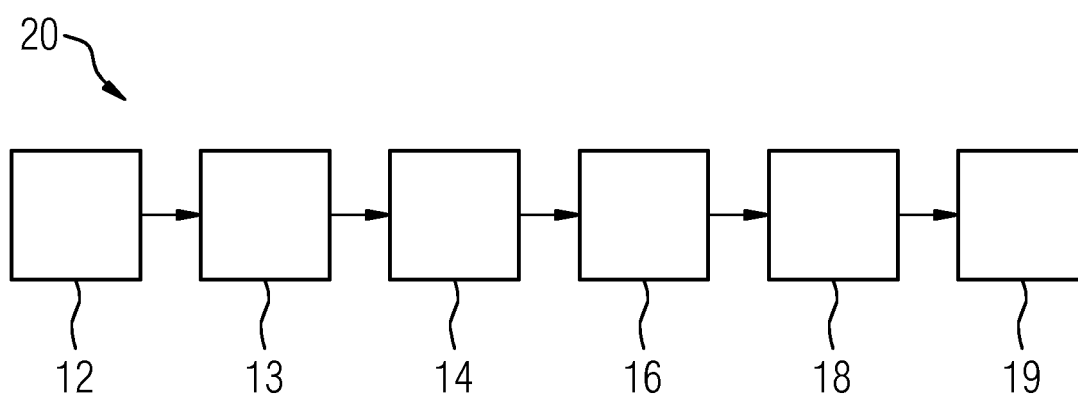
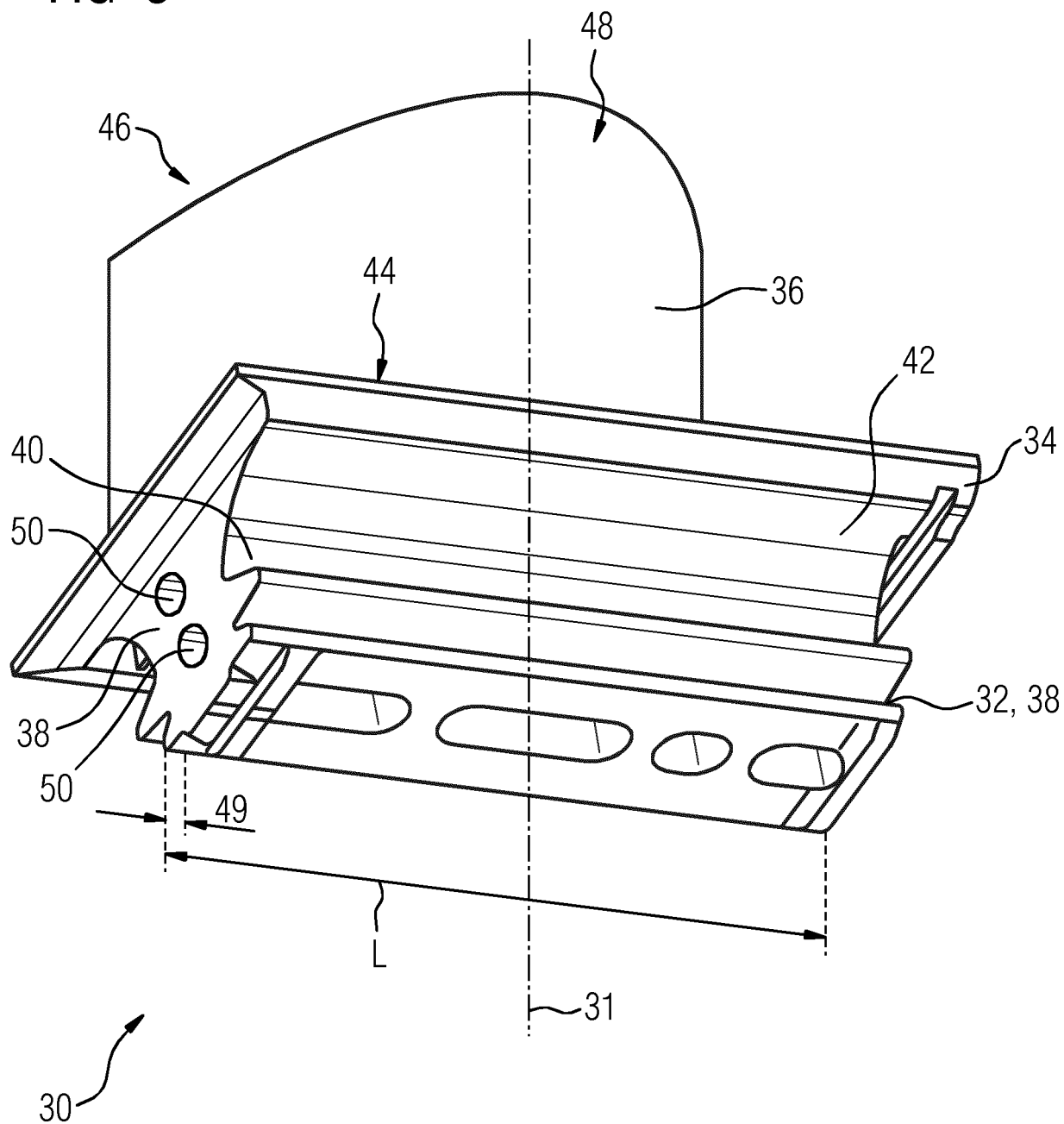


FIG 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1985803 A1 [0004]
- EP 0537922 A1 [0005]