



(11) **EP 1 536 025 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.09.2008 Patentblatt 2008/36

(51) Int Cl.:
C21D 9/00 (2006.01) **C23C 14/04** (2006.01)
F01D 5/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04078135.3**

(22) Anmeldetag: **11.11.2004**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Beschichtung oder Wärmebehandlung von BLISK- Scheiben für Fluggasturbinen**

Process and device for coating or heat treating blade integrated disks for aircraft gas turbines

Procédé et dispositif pour revêtir ou traiter thermiquement des disques à aubes intégrées pour turbines à gaz d'avion

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **28.11.2003 DE 10356679**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.06.2005 Patentblatt 2005/22

(73) Patentinhaber: **Rolls-Royce Deutschland GmbH**
15827 Dahlewitz (DE)

(72) Erfinder: **Mielke, Rainer**
61440 Oberursel (DE)

(74) Vertreter: **Wablat, Wolfgang**
Patentanwalt
Potsdamer Chaussee 48
14129 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 525 975 **EP-A- 1 253 289**
WO-A-01/04375 **US-A- 3 241 519**
US-A- 3 683 847 **US-A- 4 851 188**
US-A- 5 417 567 **US-A1- 2002 157 739**
US-B1- 6 172 327

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).

EP 1 536 025 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Hartstoffbeschichtung bei erhöhter Temperatur oder zur Wärmebehandlung der Schaufelblätter von BLISK-Scheiben von Fluggasturbinen und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Bei Fluggasturbinen werden für den Hochdruckverdichter beispielsweise BLISK-Scheiben eingesetzt, bei denen die eigentliche Scheibe, die Schaufelplattform und die Schaufelblätter aus einem Stück gefertigt sind. Zur Verbesserung des Verschleißschutzes gegenüber den in der verdichteten Luft mitgeführten Partikeln werden die Schaufelblätter bekanntermaßen, beispielsweise in einem Plasmadampfbeschichtungsverfahren, bei erhöhter Temperatur mit Hartstoffen wie beispielsweise Nitriden oder Carbiden beschichtet. Zum anderen werden die BLISK-Scheiben nach Reparaturarbeiten an den Schaufelblättern einer Wärmebehandlung unterzogen. Die Beschichtungsverfahren bzw. die Wärmebehandlung sind jedoch insofern nachteilig, als nicht nur die Schaufelblätter, sondern auch die Schaufelplattform und die Scheibe selbst der hohen, die maximale Betriebstemperatur überschreitenden Erwärmung ausgesetzt sind. Während die hohe Erwärmung bei den weniger belasteten Schaufelblättern keine ernsthaften Probleme bereitet, kann die Behandlungstemperatur bei den übrigen Scheibenteilen zu geometrischer Verformung und Beeinträchtigung der Funktion und letztlich zu einer Verkürzung der Lebensdauer führen.

[0003] Aus der US 6,172,327 ist es bekannt, bei der Reparatur von BLISKS mittels Laserschweißen die zu reparierenden Schaufeln der BLISK mit einem Gehäuse zu umgeben und benachbarte Schaufeln mit einem Kupferblech zu schützen. Nach dem Schweißen wird die gesamte BLISK einer Wärmebehandlung unterzogen.

[0004] Bei einer in der US 4,851,188 beschriebenen Anordnung zum Beschichten der Spitzen der von einer herkömmlichen Rotorscheibe demontierten Laufschaufeln befinden sich die übrigen Schaufelteile innerhalb eines wärereflektierenden und mit einem wärmeisolierenden Fasermaterial gefüllten Isoliergehäuses, während der Schaufelfuß in einer wassergekühlten Platte gehalten ist.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Beschichtungs- oder Wärmebehandlungsverfahren sowie die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Vorrichtung so auszubilden, dass die Schaufelblätter mehrfach repariert und wärmebehandelt oder beschichtet werden können, aber dadurch die Lebensdauer der BLISK-Scheibe als Ganzes nicht beeinträchtigt wird.

[0006] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie mit einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch gelöst. Aus den Unteransprüchen ergeben sich vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0007] Gemäß dem vorgeschlagenen Verfahren wer-

den bei der bei hoher Temperatur stattfindenden Hartstoffbeschichtung oder einer Wärmebehandlung der Schaufelblätter nur diese der hohen Temperatur ausgesetzt, während die übrigen Scheibenteile gegenüber der heißen Umgebung isoliert und partiell durch Wärmeübergang auf ein festes Medium und ein fließfähiges Kühlmedium gekühlt werden und somit die maximale Betriebstemperatur nicht überschreiten. Der erfinderische Grundgedanke besteht mit anderen Worten in der Wärmebehandlung/Beschichtung des einen Scheibenteils bei gleichzeitiger Kühlung und Isolierung des anderen Scheibenteils. Die im Betrieb hochbelastete Scheibe behält daher auch nach mehrfacher Wärmebehandlung oder Beschichtung ihre volle Funktionsfähigkeit und erreicht eine lange Lebensdauer. Andererseits wird die Funktionsfähigkeit der weniger belasteten Schaufelblätter durch die Wärmeeinwirkung nicht beeinträchtigt. Durch die so gegebene Möglichkeit der Hartstoffbeschichtung oder der Wärmebehandlung reparierter Schaufelblätter ist eine lange Lebensdauer der BLISK-Schaufeln gewährleistet.

[0008] Die Kühlvorrichtung zur Durchführung des oben angegebenen Verfahrens umfasst zwei oder mehrere an den Außenflächen wärmeisolierte Kühlplatten, nämlich eine Bodenkühlplatte und eine Deckkühlplatte sowie - bei mehr als einer zu behandelnden BLISK-Scheibe - mindestens eine Zwischenkühlplatte. Die Kühlplatten weisen am Umfang Tragflansche auf, deren Stirnseiten mit den Stirnseiten der Schaufelplattform in Wirkverbindung stehen und durch Wärmeübergang von der Schaufelplattform auf den Tragflansch als festes Kühlmittel dienen. Eine weitere Kühlung erfolgt mit einem über in den Kühlplatten ausgebildete Kühlmittelkanäle zugeführten fließfähigen Kühlmedium, das sowohl die Innenflächen der Tragflansche der Kühlplatten als auch die Innenflächen der Schaufelplattform kühlt. Während also die Schaufelblätter der BLISK-Scheiben einer zur Wärmebehandlung nach Reparaturarbeiten oder zur Hartstoffbeschichtung erforderlichen hohen Temperatur unterworfen werden, können die anderen Scheibenteile auf einer niedrigen Temperatur gehalten werden, die ohne negative Wirkung auf die Eigenschaften der Scheibe und damit deren Funktion und Lebensdauer ist.

[0009] In Ausgestaltung der Erfindung umfasst eine Kühlplatte einen Innenringkanal, über den das Kühlfluid zugeführt wird, und einen mit diesem über die Kühlmittelkanäle verbundenen Außenringkanal mit an diesen angeschlossenen Dralldüsen. Mittels der Dralldüsen kann das Kühlfluid unmittelbar auf die Innenflächen der Tragflansche und der Schaufelplattform gerichtet werden. Sofern die Kühlplatte als Zwischenkühlplatte zwischen zwei benachbarten BLISK-Scheiben dient, sind die Dralldüsen auch in entgegengesetzter Richtung angeordnet, um beide Tragflansche und beide Schaufelplattformen mit dem Kühlfluid beaufschlagen zu können.

[0010] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist den Kühlmittelkanälen ein Volumenregelmittel vorgeschaltet, das vorzugsweise aus zwei aneinandergren-

zenden Stellringen mit Schlitzöffnungen besteht. Der Grad der Überdeckung der Schlitzöffnungen bestimmt das dem Tragflansch und der Schaufelplattform jeweils zugeführte Kühlmittelvolumen.

Die Wärmeisolierung der Kühlplatten gegenüber der heißen Hartstoffbeschichtungs- bzw. Wärmebehandlungsatmosphäre erfolgt mit an deren Außenflächen befestigten Wärmeschutzschilden.

[0011] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung sind auch an bestimmten Innenflächen der Kühlplatten, die mit dem erwärmten Kühlfluid in Kontakt kommen, Wärmeschutzschilde angebracht. An den Haltemitteln für diese Wärmeschutzschilde sind Leitelemente vorgesehen, die das erwärmte Fluid von den Wärmeschutzschilden weg leiten.

[0012] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise Darstellung einer Kühlvorrichtung für zwei BLISK-Scheiben des Hochdruckverdichters einer Fluggasturbine in einer Schnittansicht; und

Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine zwischen zwei BLISK-Scheiben angeordnete Zwischenkühlplatte der Kühlvorrichtung nach Fig. 1.

[0013] Eine aus einem Stück bestehende BLISK-Scheibe 1 für den Verdichter einer Fluggasturbine umfasst eine Scheibe 1' mit Anschlussarmen 2, einer Schaufelplattform 3 und an dieser einstückig angeformten Schaufelblättern 4. Bei einer für den Verschleißschutz vorgesehenen Beschichtung der Schaufelblätter 4 mit Carbiden oder Nitriden oder bei einer auf eine Schaufelreparatur folgenden Wärmebehandlung werden nur die Schaufelblätter 4 zur Wärmebehandlung bzw. zur Beschichtung in einem Verdampfungsverfahren in einem Ofen der erforderlichen Temperatur ausgesetzt, während die Erwärmung der nicht beschichteten Teile der BLISK-Scheibe 1 zwar auf eine höhere Temperatur als während des normalen Betriebes der Fluggasturbine erfolgt, aber entsprechend der jeweils verwendeten Titanlegierung, zum Beispiel Ti64 oder Ti6246, eine maximal zulässige Temperatur von 320°C bzw. 350°C nicht überschreitet. Zu diesem Zweck sind die BLISK-Scheiben 1 mit Ausnahme der Schaufelblätter 4 in der nachfolgend beschriebenen Kühlvorrichtung untergebracht bzw. gehalten.

[0014] Die hier am Beispiel von zwei zu behandelnden BLISK-Scheiben dargestellte Kühlvorrichtung umfasst drei Kühlplatten 5 bis 7, nämlich eine Bodenkühlplatte 5, eine Deckkühlplatte 7 und eine zwischen den beiden BLISK-Scheiben 1 angeordnete Zwischenkühlplatte 6. Bei mehr als zwei BLISK-Scheiben 1 ist die Anzahl der Zwischenkühlplatten 6 entsprechend größer. Die Zwischenkühlplatten weisen eine zentrische Durchlassöffnung 27 auf. Die drei Kühlplatten 5 bis 7 umfassen jeweils einen Innenringkanal 8 und einen Zwischenringkanal 9,

die über ein Volumenregelmittel 10 zur Regelung des Kühlmedienstroms miteinander verbunden sind. Das Volumenregelmittel 10 besteht aus einem ersten Stellring 11 mit Schlitzöffnungen 12 und einem zweiten Stellring 13 mit Schlitzöffnungen 14. Die notwendige Regelung des für die in einer Kühlvorrichtung in unterschiedlicher Höhe angeordneten BLISK-Scheiben 1 voneinander abweichenden Kühlmittelvolumens erfolgt durch Verstellen der Stellringe 11, 13 relativ zueinander und den dadurch einstellbaren Deckungsgrad der Schlitzöffnungen 12 und 14.

[0015] Die Kühlplatten 5 bis 7 weisen des Weiteren einen Außenringkanal 15 auf. Über vom Umfang des Zwischenringkanals 9 ausgehende radiale Kühlmittelkanäle 16 ist der Zwischenringkanal 9 mit dem Außenringkanal 15 verbunden. Die gekrümmt verlaufenden Kühlmittelkanäle 16 münden tangential in den Außenringkanal 15. Der in der Bodenkühlplatte 5 ausgebildete Innenringkanal 8 ist mit einem in der Bodenkühlplatte 5 vorgesehenen Kühlmediumanschluss 17 verbunden, und der Innenringkanal 8 der Zwischenkühlplatte 6 ist jeweils über eine Medienzuleitung 18 mit den Innenringkanälen 8 sowohl der Bodenkühlplatte 5 als auch der Deckkühlplatte 7 verbunden. Im Bereich der Mündung der Kühlmittelkanäle 16 in den Außenringkanal 15 sind schräg angeordnete Dralldüsen 19 ausgebildet. Bei der Zwischenkühlplatte 6 gehen die Dralldüsen 19 von beiden Seiten des Außenringkanals 15 aus.

[0016] Die BLISK-Schaufeln 1 sind an der Stirnseite ihrer Schaufelplattform 3 zwischen Tragflanschen 20 gehalten, die an der Bodenkühlplatte 5 und an der Deckkühlplatte 7 jeweils einseitig angeformt sind und von der Zwischenkühlplatte 6 nach beiden Seiten abstreben. Die Tragflansche 20 stehen in engem, wärmeleitendem Kontakt mit der Schaufelplattform 3, um von der Schaufelplattform 3 möglichst viel Wärme abzuführen. Zur Erhöhung der Kühlwirkung des Kühlmediums an den drei Kühlplatten 5 bis 7 ist an der Außenumfangswand der Außenringkanäle 17 und an der druckseitigen Außenwand der Drallkanäle 16 zur Vergrößerung der Kühlfläche eine Oberflächenstrukturierung 25 vorgesehen. Außerdem sind an den Außenflächen der Kühlplatten 5 bis 7, das heißt, an den Außenseiten der Tragflansche 20 und der Oberseite der Deckkühlplatte 7, Wärmeschutzschilde 21 angebracht, um eine Wärmeübertragung von außen auf die Kühlplatten 3 bis 5 zu verhindern oder möglichst gering zu halten. Weitere Wärmeschutzschilde 22 sind an den parallel gegenüberliegenden Innenflächen der Kühlplatten 5 bis 7 vorgesehen. Die Wärmeschutzschilde 21, 22 können an der Innenseite mit einem wärmeisolierenden Werkstoff 26 unterfüttert sein. Die Wärmeschutzschilde 22 sind mit Haltemitteln 23 befestigt, die so geformt sind, dass erwärmtes Kühlmedium von dem Wärmeschutzschild 22 weggeleitet wird. In der Bodenkühlplatte 5 befindet sich ein Kühlmediumauslass 24.

[0017] Die Funktion der zuvor beschriebenen Kühlvorrichtung wird wie folgt erläutert:

[0018] In einer Plasmadampfbeschichtungskammer wird auf die über den Kühlmediumanschluss 17 an eine Kühlmediumquelle (nicht dargestellt) angeschlossene Bodenkühlplatte 5 zunächst die erste BLISK-Scheibe 1 abgelegt und auf diese die Zwischenkühlscheibe 6 gelegt. Danach wird die zweite BLISK-Scheibe 1 auf die Zwischenkühlplatte 6 gesetzt. Den oberen Abschluss bildet schließlich die Deckkühlplatte 7. Mit dem Aufbau der Kühlvorrichtung in der zuvor beschriebenen Weise wird die Verbindung zwischen den Innenringkanälen 8 der drei Kühlplatten 5 bis 7 über die Medienzuleitung 18 hergestellt. Die Schaufelblätter 4 der beiden BLISK-Scheiben 1 liegen somit frei in der Plasmadampfbeschichtungskammer, während die übrigen Teile der BLISK-Scheibe, abgesehen von der an die Schaufelblätter 4 angrenzenden Außenfläche der Schaufelplattform 3, in dem von den Kühlplatten 5 bis 7 eingeschlossenen, durch äußere Wärmeschutzschilde 21 isolierten Raum liegen.

[0019] Das Kühlmedium gelangt über den Kühlmediumanschluss 17 und die Medienzuleitungen 18 in den Innenringkanal 8 der Bodenkühlplatte 5, der Zwischenkühlplatte 6 und der Deckkühlplatte 7. Aus dem Innenringkanal 8 strömt das Kühlmedium über das Volumenregelungsmittel 10, das heißt, die Schlitzöffnungen 12 und 14 in den einstellbaren Stellringen 11, 13, in den jeweiligen Zwischenringkanal 9 und von dort in die Kühlmittelkanäle 16 und schließlich in die jeweiligen Außenringkanäle 15 der drei Kühlplatten 5 bis 7. Das aus den Dralldüsen 19 austretende Kühlmedium strömt entlang der Tragflansche 20 der Kühlplatten sowie der Schaufelplattform 3 und der Anschlussarme 2 der BLISK-Scheibe 1 und gelangt über die als Leitelemente ausgebildeten Haltemittel 23 für die inneren Wärmeschutzschilde 22 in den Raum zwischen jeweils benachbarten Kühlplatten 5 und 6 sowie 6 und 7. Das erwärmte Kühlmedium strömt schließlich über den Kühlmediumauslass 24 nach außen. Es kann mit Hilfe von Wärmetauschern (nicht dargestellt) abgekühlt und wieder in den Kühlprozess eingegliedert werden. Die den Schaufelblättern 4 am nächsten liegende und dadurch einer sehr hohen Wärmebelastung ausgesetzte Schaufelplattform 3 wird einerseits durch den wärmeleitenden Kontakt mit den intensiv gekühlten Tragflanschen 20 und außerdem unmittelbar durch den Kühlmediumstrom gekühlt. Dadurch wird - abgesehen von den Schaufelblättern - die maximale Betriebstemperatur des Werkstoffs der BLISK-Scheibe nicht überschritten und somit auch bei mehrfacher, durch Reparatur oder Hartstoffbeschichtung bedingter Wärmebehandlung der Schaufelblätter eine lange Lebensdauer der BLISK-Scheibe erreicht.

Bezugszeichenliste

[0020]

- 1 BLISK-Scheibe
- 1' Scheibe

- 2 Anschlussarme
- 3 Schaufelplattform
- 4 Schaufelblatt
- 5 Bodenkühlplatte (Kühlplatte)
- 5 6 Zwischenkühlplatte (Kühlplatte)
- 7 Deckkühlplatte (Kühlplatte)
- 8 Innenringkanal
- 9 Zwischenringkanal
- 10 Volumenregelungsmittel
- 10 11 Erster Stellring
- 12 Schlitzöffnung
- 13 Zweiter Stellring
- 14 Schlitzöffnung
- 15 Außenringkanal
- 15 16 Kühlmittelkanäle
- 17 Kühlmediumanschluss
- 18 Medienzuleitung
- 19 Dralldüsen
- 20 Tragflansch
- 20 21 Wärmeschutzschild außen
- 22 Wärmeschutzschild innen
- 23 Haltemittel (Leitelement)
- 24 Kühlmediumauslass
- 25 25 26 Isolierwerkstoff v. 21/22
- 27 Durchlassöffnung v. 6

Patentansprüche

- 30 1. Verfahren zur Hartstoffbeschichtung bei erhöhter Temperatur oder zur Wärmebehandlung der Schaufelblätter von BLISK-Scheiben für Fluggasturbinen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die BLISK-Scheiben als Ganzes in einen Wärmebehandlungsofen oder eine Beschichtungskammer mit der erforderlichen Wärmebehandlungs- oder Beschichtungstemperatur eingebracht werden und bis auf die Schaufelblätter die weiteren Teile der BLISK-Scheibe gegenüber Ofenatmosphäre isoliert und partiell mit einem festen und einem flüssigen Kühlmittel gekühlt werden, während die Schaufelblätter der für die Beschichtung oder Wärmebehandlung notwendigen hohen Temperatur ausgesetzt werden.
- 35 2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** zwei oder mehrere an den Außenflächen wärmeisolierte Kühlplatten (5 bis 7), zwischen denen die BLISK-Scheibe(n) (1) jeweils an den Stirnflächen ihrer Schaufelplattform(en) (3) auf Tragflanschen (20) wärmeleitend abgestützt sind und die im Innern an eine Kühlmediumquelle angeschlossene, radial verlaufende Kühlmittelkanäle (16) zur Beaufschlagung der Innenflächen der Tragflansche (20) und der Schaufelplattformen (3) mit einem Kühlmedium aufweisen.
- 40 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**
- 45
- 50
- 55

zeichnet, dass die Kühleisbeiben eine Bodenkühlplatte (5) und eine Deckkühlplatte (7) mit jeweils einem am Außenumfang umlaufenden Tragflansch (20) sowie bei der Behandlung von zwei oder mehreren BLISK-Scheiben (1) mindestens eine Zwischenkühlplatte (6) mit jeweils zwei am Außenumfang ausgebildeten, in entgegengesetzte Richtungen weisenden Tragflanschen (20) umfasst, und in der Bodenkühlplatte (5) ein Kühlmediumanschluss (17) und ein Kühlmediumauslass (24) vorgesehen ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlmittelkanäle (16) als gekrümmte, einen Zwischenringkanal (9) und einen am Außenumfang der Kühleisbeiben umlaufenden Außenringkanal (15) verbindende Drallkanäle ausgebildet sind, und dem Zwischenringkanal (9) über ein Volumenregelungsmittel (10) ein Innenringkanal (8) vorgeschaltet ist, der an eine Medienzuleitung (18) angeschlossen ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** vom Außenringkanal (15) am Umfang verteilte, in Richtung der Tragflansche (20) und der Schaufelplattform(en) weisende Dralldüsen (19) vorgesehen sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumenregelungsmittel (10) einen ersten und einen zweiten Stellring (11, 13), die jeweils Schlitzöffnungen (12, 14) haben, umfasst.
7. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Außenringkanal (15) an seiner radialen Umfangsfläche eine Oberflächenstrukturierung (25) zur Erhöhung der Kühlwirkung an der dieser gegenüberliegenden Außenfläche der Kühlplatte (5bis7) aufweist
8. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Wärmeisolierung gegenüber dem Beschichtungs- oder Wärmebehandlungsmedium an den Außenflächen der Kühlplatten (5 bis 7) Wärmeschutzschilde (21) angebracht sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Wärmeisolierung gegenüber dem erhitzten Kühlmedium an den waagerechten Innenflächen der Kühlplatten (5 bis 7) Wärmeschutzschilde (22) angebracht sind.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die inneren Wärmeschutzschilde (22) mit Haltemitteln (23) befestigt sind, die Leitelemente zum Wegleiten des erwärmten Kühlmediums von den inneren Wärmeschutzschilden (22) aufweisen.

Claims

1. Method for elevated-temperature hard-material coating or heat treatment of the blade airfoils of BLISKS for aircraft gas turbines, **characterized in that** the BLISKS are, as a whole, loaded in a heat treatment furnace or a coating cabinet at the required heat-treatment or coating temperature, and **in that** the parts of the BLISK, other than the blade airfoils, are insulated against the furnace atmosphere and are partially cooled with a solid and a liquid cooling medium, while the blade airfoils are exposed to the high temperature necessary for coating or heat treatment.
2. Apparatus for the performance of the method according to Claim 1, **characterized by** two or more cooling plates (5 to 7) which are thermally insulated at the outer surfaces, and between which the front faces of the blade platform(s) (3) of the BLISK(S) (1) are heat-conductively located on supporting flanges (20), and which are provided in their inner with radial cooling medium channels (16) connected to a cooling medium source to apply a cooling medium to the inner surfaces of the supporting flanges (20) and of the blade platforms (3).
3. Apparatus in accordance with Claim 2, **characterized in that** the cooling plates comprise a bottom cooling plate (5) and a top cooling plate (7), each with a supporting flange (20) extending on the outer circumference and, if two or more BLISKS (1) are processed, with at least one intermediate cooling plate (6) with two supporting flanges (20), each provided on the outer circumference and facing in opposite directions, and **in that** a cooling medium connection (17) and a cooling medium outlet (24) are provided in the bottom cooling plate (5).
4. Apparatus in accordance with Claim 2, **characterized in that** the cooling medium channels (16) are provided as curved swirler channels connecting an intermediate annular channel (9) and an outer annular channel (15) extending on the outer circumference of the cooling plates, and **in that** an inner annular channel (8) is arranged upstream of the intermediate annular channel (9) via a volume control device (10), with the inner annular channel (8) being connected to a medium supply line (18).
5. Apparatus in accordance with Claim 4, **characterized in that** circumferentially distributed swirler nozzles (19) are provided which are directed from the outer annular channel (15) to the supporting flanges (20) and the blade platform(s).
6. Apparatus in accordance with Claim 4, **characterized in that** the volume control device (10) comprises

es a first and a second setting ring (11, 13), each provided with slotted ports (12, 14).

7. Apparatus in accordance with Claim 4, **characterized in that** the outer annular channel (15) is provided with a surface texture (25) on its radial circumferential surface to increase the cooling effect on the opposite outer surface of the cooling plate (5 to 7).
8. Apparatus in accordance with Claim 2, **characterized in that** heat shields (21) are provided on the outer surfaces of the cooling plates (5 to 7) for thermal insulation against the coating or heat-treatment medium.
9. Apparatus in accordance with Claim 2, **characterized in that** heat shields (22) are provided on the horizontal inner surfaces of the cooling plates (5 to 7) for thermal insulation against the heated cooling medium.
10. Apparatus in accordance with Claim 9, **characterized in that** the inner heat shields (22) are attached with retainers (23) which feature guiding elements for removing the heated cooling medium from the inner heat shields (22).

Revendications

1. Procédé de revêtement à haute température avec une matière dure ou de traitement thermique des pales de disques BLISK de turbines à gaz destinées à l'aéronautique, **caractérisé en ce que** les disques BLISK en totalité sont mis dans un four de traitement thermique ou dans une chambre de revêtement, dans lequel/laquelle règne la température de traitement thermique ou de revêtement requise, et que, à l'exception des pales, les autres parties du disque BLISK sont isolées par rapport à l'atmosphère du four et partiellement refroidies par un réfrigérant solide ou fluide, alors que les pales sont exposées à la haute température requise pour le revêtement ou le traitement thermique.
2. Dispositif permettant de réaliser le procédé selon la revendication n° 1, **caractérisé par** deux ou plusieurs plaques de refroidissement (5 à 7) calorifugées sur les surfaces extérieures, entre lesquelles les disques BLISK (1) sont reliés aux brides d'appui (20) moyennant les faces frontales de la (des) plateforme(s) d'aube (3), produisant un transfert de chaleur, et qui sont pourvues des canaux de refroidissement (16) radiaux reliés à l'intérieur à une source de réfrigérant, afin d'alimenter en fluide réfrigérant les surfaces intérieures des brides d'appui (20) et des plateformes d'aube (3).

3. Dispositif selon la revendication n° 2, **caractérisé en ce que** les plaques de refroidissement comprennent une plaque de refroidissement inférieure (5) et une plaque de refroidissement supérieure (7), chacune munie d'une bride d'appui (20) s'étendant sur la circonférence extérieure et - dans le cas du traitement de deux ou plusieurs disques BLISK (1) - d'au moins une plaque de refroidissement intercalaire (6) avec deux brides d'appui (20) montrant en directions opposées, et chacune d'elles étant formée sur la circonférence extérieure, et qu'un raccord de réfrigérant (17) et une orifice de sortie de réfrigérant (24) sont prévus dans la plaque de refroidissement inférieure (5).
4. Dispositif selon la revendication n° 2, **caractérisé en ce que** les canaux de refroidissement (16) sont conçus en tant que canaux de tourbillonnement reliant un canal annulaire intercalaire (9) avec un canal annulaire extérieur (15) s'étendant sur la circonférence extérieure des disques de refroidissement, et qu'un canal annulaire intérieur (8) se trouve en amont du canal annulaire intercalaire (9), les deux canaux étant reliés par un régulateur de débit (10) et le canal annulaire intérieur (8) étant branché à une conduite de fluide (18).
5. Dispositif selon la revendication n° 4, **caractérisé en ce que** des buses de tourbillonnement (19) sont prévues sur la circonférence du canal annulaire extérieur (15) qui montrent en direction des brides d'appui (20) et de la (des) plateforme(s) d'aube (3).
6. Dispositif selon la revendication n° 4, **caractérisé en ce que** le régulateur de débit (10) comprend une première et une seconde bague de réglage (11, 13), chacune pourvue de fentes (12, 14).
7. Dispositif selon la revendication n° 4, **caractérisé en ce que** le canal annulaire extérieur (15) présente une structuration superficielle (25) sur sa surface circonférentielle radiale, afin d'augmenter l'effet de refroidissement sur la surface extérieure opposée de la plaque de refroidissement (5 à 7).
8. Dispositif selon la revendication n° 2, **caractérisé en ce que** des écrans thermiques (21) sont prévus sur les surfaces extérieures des plaques de refroidissement (5 à 7), afin d'assurer une isolation thermique par rapport au fluide de revêtement ou de traitement thermique.
9. Dispositif selon la revendication n° 2, **caractérisé en ce que** des écrans thermiques (22) sont prévus sur les surfaces intérieures horizontales des plaques de refroidissement (5 à 7), afin d'assurer une isolation thermique par rapport au réfrigérant chauffé.

10. Dispositif selon la revendication n° 9, **caractérisé en ce que** les écrans thermiques intérieurs (22) sont attachés par des moyens de fixation (23) pourvus d'éléments de guidage pour écarter le réfrigérant échauffé des écrans thermiques intérieurs (22).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

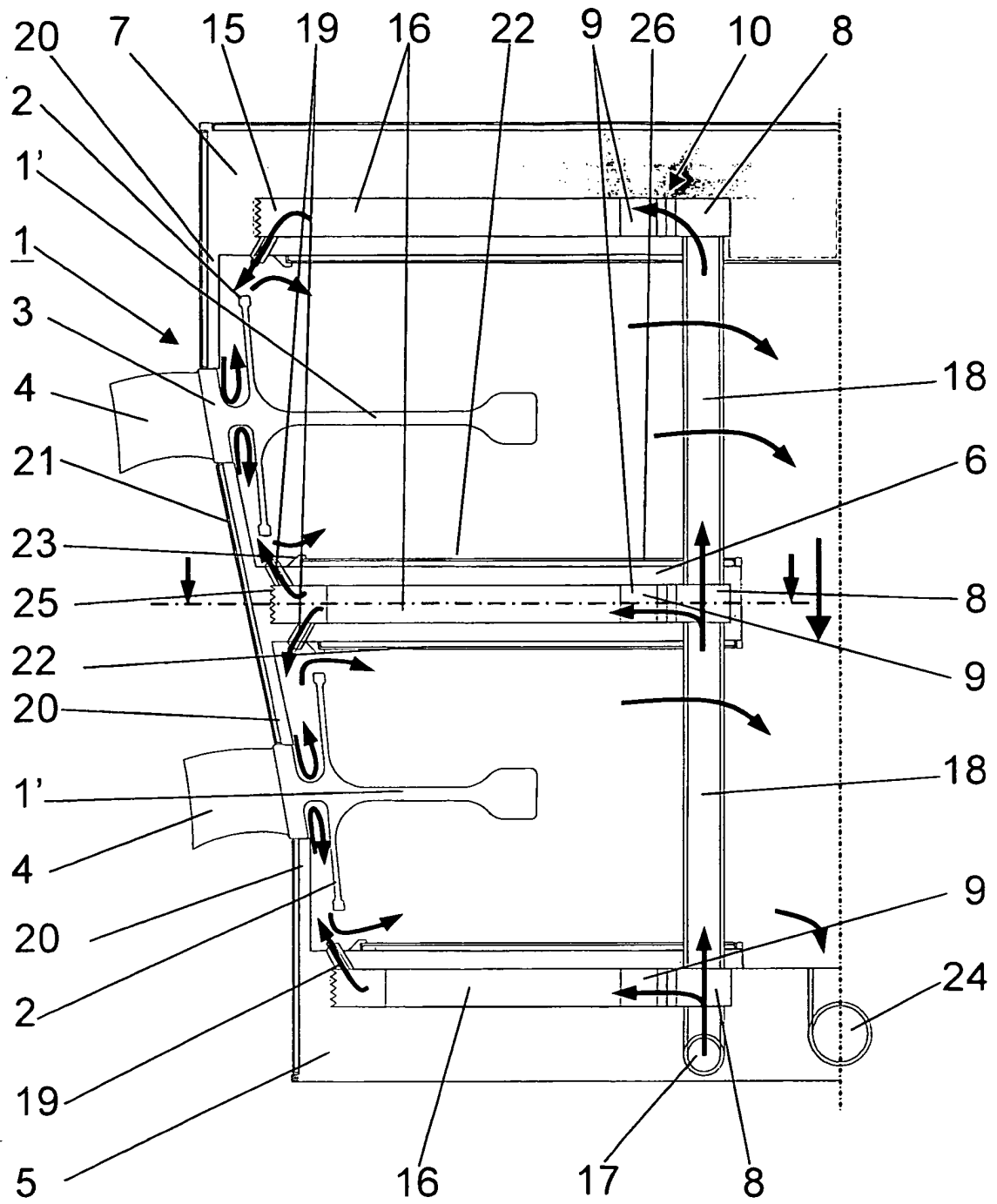


Fig. 1

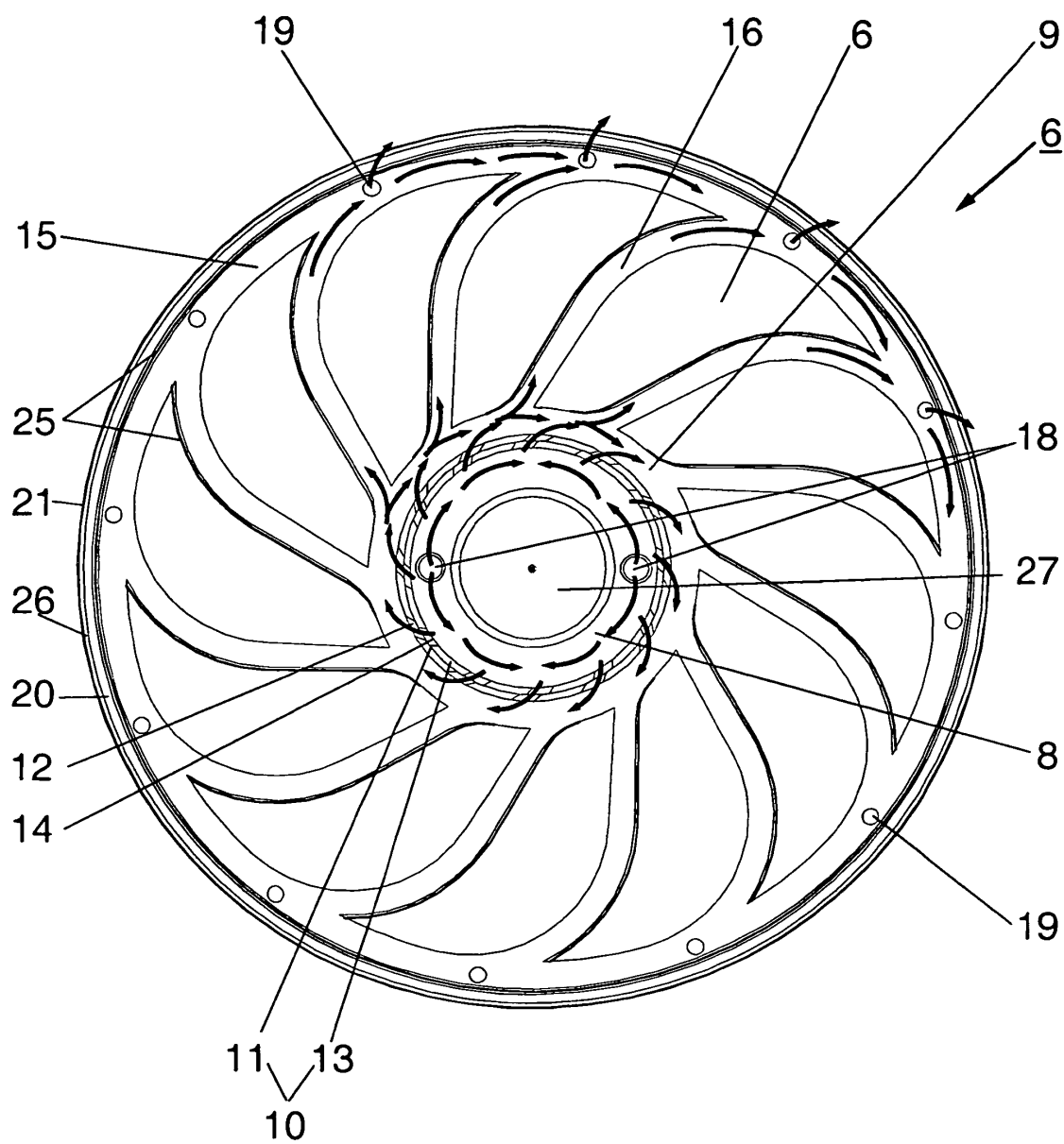


Fig. 2

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

- US 6172327 B [0003]
- US 4851188 A [0004]