



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 702 101 B1

(51) Int. Cl.: F01D 5/14 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 01696/10

(22) Anmeldedatum: 18.10.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 29.04.2011

(30) Priorität: 21.10.2009 US 12/582,927

(24) Patent erteilt: 15.07.2015

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.07.2015

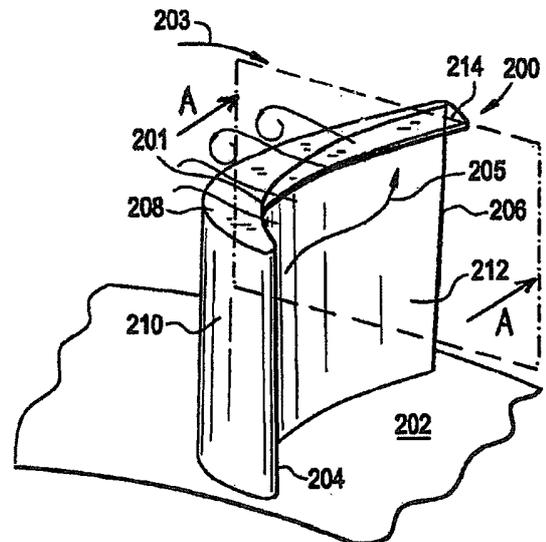
(73) Inhaber:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Fred Thomas Willett Jr.,
Schenectady, New York 12345 (US)

(74) Vertreter:
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4
8008 Zürich (CH)

(54) Turbinenschaufel mit Winglet.

(57) Zu einer Turbinenschaufel (200) gehören ein Körper, der eine Vorderkante (204), eine Hinterkante (206), eine Druckseite (212), eine Saugseite (210) und einen Spitzenbereich (208) aufweist, und ein Winglet (214), das auf der Druckseite (212) des Körpers in dem Spitzenbereich (208) angeordnet ist, der sich von einem Startpunkt (201) in dem Spitzenbereich (208) ausgehend stromabwärts der Vorderkante (204) zu der Hinterkante (206) erstreckt.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die hierin beschriebene Erfindung betrifft Gasturbinen und speziell Turbinenschaufeln.

[0002] Turbinenschaufeln sind gewöhnlich an einem Rotor angebracht, der mit einer Welle verbunden ist, die in der Gasturbine rotiert. Turbinenschaufeln sind hohen Temperaturen ausgesetzt, die während des Triebwerksbetriebs Verschleiss der Blätter hervorrufen. Insbesondere kann ein Entweichen des Luftstroms über die Spitze einer Turbinenschaufel zu einer Erhöhung der Temperatur im Bereich der Spitze, und dabei zu Korrosion und Verschleiss von Material im Bereich der Spitze führen.

Kurzbeschreibung der Erfindung

[0003] Die Erfindung sieht eine Turbinenschaufel gemäss Anspruch 1, sowie einen Rotor gemäss Anspruch 10 vor.

[0004] Eine Gasturbine enthält eine Rotoranordnung und mehrere Turbinenschaufeln, die auf der Rotoranordnung angeordnet sind, wobei wenigstens eine Schaufel eine Vorderkante, eine Hinterkante, eine Druckseite, eine Saugseite, einen Spitzenbereich und ein Winglet aufweist, das auf der Druckseite des Körpers in dem Spitzenbereich angeordnet ist, und sich von einem Punkt in dem Spitzenbereich ausgehend stromabwärts der Vorderkante zu der Hinterkante erstreckt.

[0005] Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen erklärt.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0006] Der als die Erfindung erachtete behandelte Gegenstand wird in den der Beschreibung beigefügten Patentansprüchen speziell aufgezeigt und gesondert beansprucht. Die vorausgehend erwähnten und sonstigen Merkmale und Vorteile der Erfindung werden nach dem Lesen der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Figuren verständlich:

- Fig. 1 veranschaulicht ein Beispiel einer Turbinenschaufel aus dem Stand der Technik;
- Fig. 2 veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel einer Turbinenschaufel;
- Fig. 3 veranschaulicht in einer Schnittdansicht von vorn ein Ausführungsbeispiel der Turbinenschaufel längs der Schnittlinie A-A von Fig. 2;
- Fig. 4 veranschaulicht in einer Schnittdansicht von vorn ein weiteres Ausführungsbeispiel der Turbinenschaufel längs der Schnittlinie A-A von Fig. 2;
- Fig. 5 veranschaulicht in einer Schnittdansicht von vorn noch ein Ausführungsbeispiel der Turbinenschaufel längs der Schnittlinie A-A von Fig. 2; und
- Fig. 6 veranschaulicht in einer Schnittdansicht von vorn noch ein weiteres Ausführungsbeispiel der Turbinenschaufel längs der Schnittlinie A-A von Fig. 2.
- Fig. 7 veranschaulicht in einer teilweisen perspektivischen Schnittdansicht einen Abschnitt eines Turbinentriebwerks.

[0007] Die detaillierte Beschreibung erläutert anhand der Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung, zusammen mit Vorteilen und Merkmalen.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0008] Fig. 1 veranschaulicht ein Beispiel einer Turbinenschaufel 100 aus dem Stand der Technik. Während die Turbinenschaufel 100 rotiert, strömt im Betrieb Luft von einem Druckbereich 101 zu einem Saugbereich 103 der Schaufel 100. Der Pfad des in der Nähe einer Spitze 102 der Schaufel strömenden Luftstroms ist durch den Pfeil 105 angezeigt. Während der Luftstrom sich einer Hinterkante 104 der Schaufel nähert, «entweicht» ein Teil des Luftstroms über die Spitze 102. Die über die Spitze 102 entweichende Luftstrommenge wächst, während sich der Luftström der Hinterkante 104 nähert. Der über die Spitze 102 entweichende Luftleckstrom verringert nachteilig den Wirkungsgrad der Turbinenschaufel und steigert die Temperatur der Spitze 102. Die erhöhte Temperatur des Bereichs der Spitze 102 führt zu Korrosion und Verschleiss von Material in dem Bereich der Spitze 102.

[0009] Fig. 2 veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel einer Turbinenschaufel 200, die mit einem Abschnitt eines beweglichen Rotors 202 einer Turbine verbunden ist. Zu der Turbinenschaufel (bzw. dem Blatt) 200 gehört ein mit einem Strömungsprofil ausgebildeter Körper, der eine Vorderkante 204, eine Hinterkante 206, einen distalen Laufschaufelspitzenbereich (Spitzenbereich) 208, eine Saugseite 210 und eine Druckseite 212 aufweist. Mehrere Schaufeln 200, die an dem Rotor 202 angeordnet sind, definieren eine innere Grenze eines Strömungskanals der Turbine. Eine äussere Begrenzung des Strömungskanals ist durch einen (nicht gezeigten) Mantel definiert. Die Schaufel 200 weist ein Winglet 214 auf. Das

Winglet 214 ist auf der Druckseite 212 der Schaufel 200 in dem Spitzenbereich J208 angeordnet. Das Winglet 214 erstreckt sich von einem Startpunkt 201 auf dem Spitzenbereich 208 ausgehend, der sich stromabwärts der Vorderkante 204 befindet, zu der Hinterkante 214 der Schaufel 200 und wird schmaler von der Hinterkante 214 zu dem Punkt 201.

[0010] Im Betrieb dreht sich der Rotor 202 in der mit dem Pfeil 203 bezeichneten Richtung. Luft strömt (wie mit Pfeil 205 bezeichnet) entlang der Druckseite 212, ausgehend von der Vorderkante 204 zu der Hinterkante 206 und nähert sich dem Spitzenbereich 208, wobei der Luftstrom 205 durch das Winglet 214 gebremst wird. Das Winglet 214 verringert den Luftstrom 205, der in der Nähe der Hinterkante 206 über den Spitzenbereich 208 entweicht. Die Verringerung des über den Spitzenbereich 208 in der Nähe der Hinterkante 206 entweichenden Luftstroms erhöht den Wirkungsgrad der Schaufel 200 und reduziert die durch den Luftstrom in dem Spitzenbereich 208 hervorgerufene Wärmeübertragung.

[0011] Fig. 3 veranschaulicht in einer Schnittansicht von vorn ein Ausführungsbeispiel der Schaufel 200 längs der Schnittlinie A–A in Fig. 2. Das veranschaulichte Ausführungsbeispiel enthält einen Hohlraum 302 in dem Rotorflügel 200 und einen Kühlkanal 304, der strömungsmässig mit dem Hohlraum 302 und einer Austrittsöffnung 306 verbunden ist, die in der Druckseite 212 der Schaufel 200 angeordnet ist. Der Hohlraum ist durch Wände der Vorderkante 204, der Hinterkante 206, des Spitzenbereichs 208, der Saugseite 210 und der Druckseite 212 definiert. Im Betrieb verdichtetes Gas 301, z.B. Luft oder eine andere Art von Gas, tritt über den Hohlraum 302 in den Kühlkanal 304 ein und wird von der Austrittsöffnung 306 ausgegeben, wobei es das Winglet 214 und den Spitzenbereich 208 kühlt.

[0012] Fig. 4 veranschaulicht in einer Schnittansicht von vorn ein weiteres Ausführungsbeispiel der Schaufel 200 längs der Schnittlinie A–A in Fig. 2. Das veranschaulichte Ausführungsbeispiel enthält einen Kühlkanal 404, der strömungsmässig mit dem Hohlraum 302 und einer Austrittsöffnung 406 verbunden ist, die auf einem Druckseitenrand 408 des Winglets 214 angeordnet ist. Der Kühlkanal 404 arbeitet in ähnlicher Weise wie der oben beschriebene Kühlkanal 304.

[0013] Fig. 5 veranschaulicht in einer Schnittansicht von vorn ein weiteres Ausführungsbeispiel der Schaufel 200 längs der Schnittlinie A–A in Fig. 2. Das veranschaulichte Ausführungsbeispiel enthält einen Kühlkanal 504, auch Durchlasskanal genannt, der strömungsmässig mit dem Hohlraum 302 und einer Austrittsöffnung 506 verbunden ist, die auf der Druckseite 212 der Schaufel 200 angeordnet ist. Der Kühlkanal 504 wird hergestellt, indem ein Abschnitt des Winglets 214 und der Schaufel 200 längs der Schnittlinie 501 durchbohrt wird, wobei der Durchlasskanal 504 und in dem Winglet 214 ein Durchlasskanal 508 entsteht. Die Bohrung kann beispielsweise durch einen Bohrschritt ausgeführt werden. Das Durchbohren des Winglets 214 ermöglicht es, die Austrittsöffnung 506 in der Nähe des Winglets 214 mittels eines linearen Bohrwerkzeugs auszubilden. Der Kühlkanal 504 arbeitet ähnlich wie der oben beschriebene Kühlkanal 304. In einigen Ausführungsbeispielen kann der Durchlasskanal 508 in dem Winglet 214 mit einem Stopfen versehen werden, um den Durchlasskanal 508 zu schliessen.

[0014] Fig. 6 veranschaulicht in einer Schnittansicht von vorn ein weiteres Ausführungsbeispiel der Schaufel 200 längs der Schnittlinie A–A in Fig. 2. Das veranschaulichte Ausführungsbeispiel enthält einen Kühlkanal 604, der strömungsmässig mit dem Hohlraum 302 und einer Austrittsöffnung 606 verbunden ist. Die Austrittsöffnung 606 ist in einer Nut 608 angeordnet, die in dem Winglet 214 ausgebildet ist. Die Nut 608 verlagert die Austrittsöffnung 606 von dem äusseren Radius der Schaufel 200 ausgehend radial nach innen. Der Versatz der Austrittsöffnung 606 verhindert eine Blockierung der Austrittsöffnung 606, falls die Schaufel 202 einen Mantel 601 berührt, der die Schaufeln 200 und den Rotor 202 umgibt. Der Kühlkanal 604 arbeitet ähnlich wie der oben beschriebene Kühlkanal 304.

[0015] Fig. 7 veranschaulicht eine teilweise aufgeschnittene perspektivische Ansicht eines Abschnitts eines Turbinentriebwerks 700. Die Gasturbine 700 enthält mehrere Laufschaufeln 200, die die Winglets 214 aufweisen, die auf einer Rotoranordnung 702 angeordnet sind, die von einem Mantel 704 umgeben ist. Die Richtung des Gasströmungspfads der Gasturbine 700 ist durch den Pfeil 701 angegeben.

[0016] Zu einer Turbinenschaufel 200 gehören ein Körper, der eine Vorderkante 204, eine Hinterkante 206, eine Druckseite 212, eine Saugseite 210 und einen Spitzenbereich 208 aufweist, und ein Winglet 214, das auf der Druckseite 212 des Körpers in dem Spitzenbereich 208 angeordnet ist, der sich von einem Punkt in dem Spitzenbereich 208 ausgehend stromabwärts der Vorderkante 204 zu der Hinterkante 206 erstreckt.

Bezugszeichenliste

[0017]

- 100 Turbinenschaufel
- 101 Druckbereich
- 102 Spitze
- 103 Saugbereich
- 104 Hinterkante
- 105 Pfeil

CH 702 101 B1

200	Turbinenschaufel
201	Startpunkt
202	Rotor
204	Vorderkante
205	Pfeil
206	Hinterkante
208	Distaler Laufschaufelspitzenbereich (Spitzenbereich)
210	Saugseite
212	Druckseite
214	Winglet
301	Verdichtetes Gas
302	Hohlraum
304	Kühlkanal
306	Austrittsöffnung
404	Kühlkanal
406	Austrittsöffnung
408	Druckseitenrand
504	Kühlkanal
506	Austrittsöffnung
508	Durchlasskanal
601	Mantel
604	Kühlkanal
606	Austrittsöffnung
608	Nut
700	Gasturbine
701	Pfeil
702	Rotoranordnung
704	Mantel

Patentansprüche

1. Turbinenschaufel (200), zu der gehören:
ein Körper, der eine Vorderkante (204), eine Hinterkante (206), eine Druckseite (212), eine Saugseite (210) und einen Spitzenbereich (208) aufweist; und
ein Winglet (214), das auf der Druckseite (212) des Körpers in dem Spitzenbereich (208) angeordnet ist und sich, ausgehend von einem Startpunkt (201) in dem Spitzenbereich (208), stromabwärts der Vorderkante (204) zu der Hinterkante (206) erstreckt.
2. Turbinenschaufel (200) nach Anspruch 1, wobei das Winglet (214) von der Hinterkante (206), ausgehend zu dem Startpunkt (201) in dem Spitzenbereich (208), schmaler wird.
3. Turbinenschaufel (200) nach Anspruch 1, wobei die Turbinenschaufel mit einem Strömungsprofil ausgebildet ist.

CH 702 101 B1

4. Turbinenschaufel (200) nach Anspruch 1, wobei die Turbinenschaufel (200) einen inneren Hohlraum (302) und einen ersten Durchlasskanal (504) aufweist, der strömungsmässig mit dem inneren Hohlraum (302) und einer Austrittsöffnung (506) in der Druckseite (212) verbunden ist, wobei die Austrittsöffnung (506) in Bezug auf das Winglet (214) radial innen auf der Turbinenschaufel (200) angeordnet ist.
5. Turbinenschaufel (200) nach Anspruch 1, wobei die Turbinenschaufel (200) einen inneren Hohlraum (302) und einen Durchlasskanal (404) aufweist, der strömungsmässig mit dem inneren Hohlraum (302) und einer Austrittsöffnung (406) in einem Rand des Winglets (214) verbunden ist, wobei der Rand zur Druckseite (212) der Turbinenschaufel (200) zeigt.
6. Turbinenschaufel (200) nach Anspruch 4, wobei die Turbinenschaufel (200) in dem Winglet (214) einen zweiten Durchlasskanal (508) aufweist, der linear fluchtend mit dem ersten Durchlasskanal ausgerichtet ist.
7. Turbinenschaufel (200) nach Anspruch 1, wobei die Turbinenschaufel (200) eine Nut (608) in dem Spitzenbereich (208) und einen inneren Hohlraum (302) und einen Durchlasskanal (604) aufweist, der mit dem inneren Hohlraum (302) und einer Austrittsöffnung (606) strömungsmässig verbunden ist, die in der Nut (608) angeordnet ist.
8. Rotor (702), auf welchem eine Turbinenschaufel (200) nach Anspruch 1 angeordnet ist.
9. Turbinenschaufel (200) nach Anspruch 1, wobei das Winglet (214) derart ausgebildet und positioniert ist, dass im Betrieb ein entlang der Druckseite (212) strömender Luftstrom, der sich dem genannten Spitzenbereich (208) nähert, in Richtung der Hinterkante (206) des Körpers umgelenkt wird.
10. Turbinenschaufel (200) nach Anspruch 4, wobei die Austrittsöffnung (506) derart ausgebildet und positioniert ist, dass verdichtetes Gas, das über den inneren Hohlraum (302) in den ersten Durchlasskanal (504) eintritt, aus der Austrittsöffnung (506) ausgegeben wird.

FIG. 3

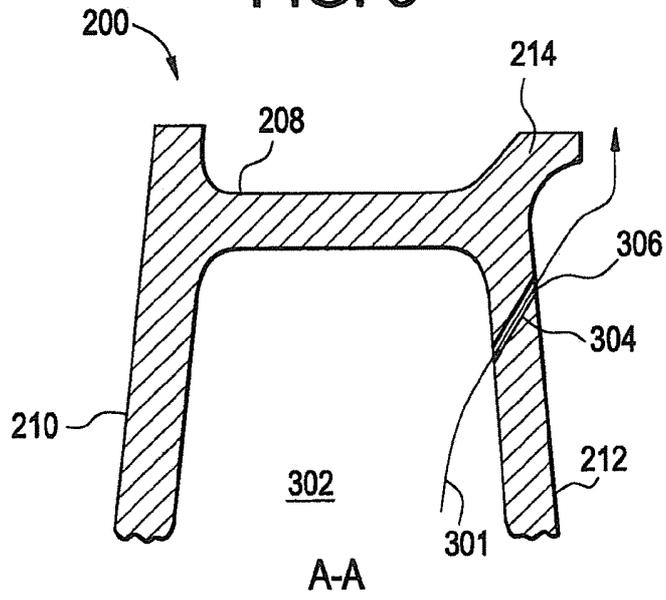


FIG. 4

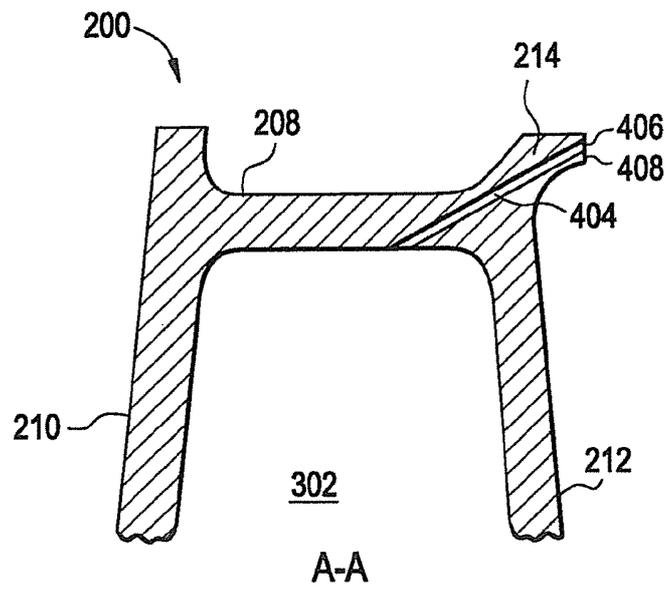


FIG. 5

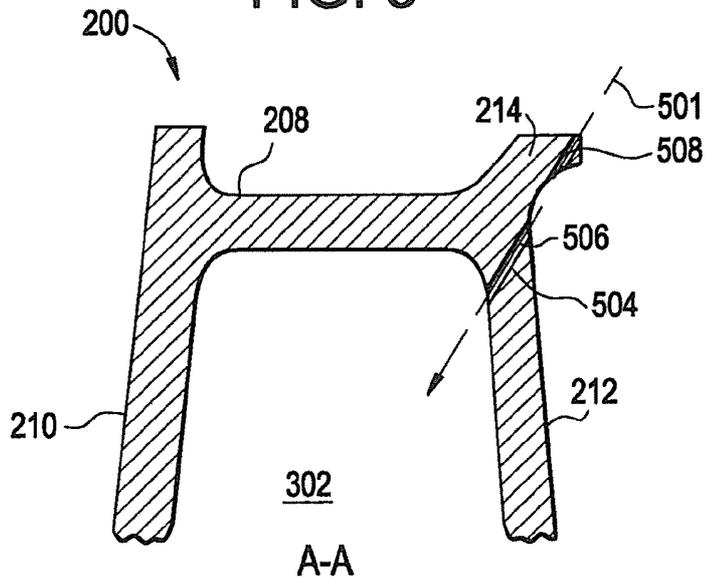


FIG. 6

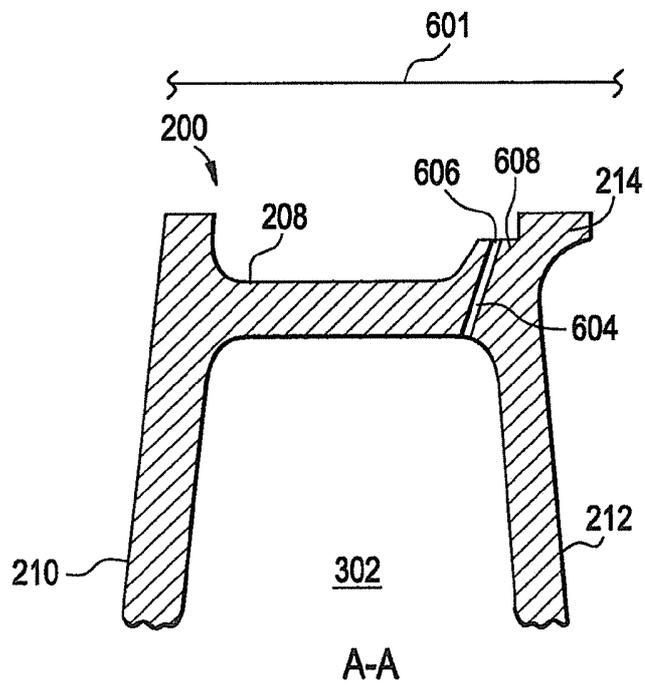


FIG. 7

