



(10) **DE 10 2010 038 073 B4** 2023.07.06

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 038 073.3**  
(22) Anmeldetag: **08.10.2010**  
(43) Offenlegungstag: **19.05.2011**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **06.07.2023**

(51) Int Cl.: **F01D 5/14 (2006.01)**  
**F01D 5/18 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**12/582,927 21.10.2009 US**

(73) Patentinhaber:  
**General Electric Co., Schenectady, N.Y., US**

(74) Vertreter:  
**Rüger Abel Patentanwälte PartGmbB, 73728  
Esslingen, DE**

(72) Erfinder:  
**Willet jr., Fred Thomas, Schenectady, N.Y., US**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>US</b>	<b>2002 / 0 182 074</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2005 / 0 232 771</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Turbinen und Turbinenschaufelwinglets**

(57) Hauptanspruch: Turbinenschaufel (200), zu der gehören:

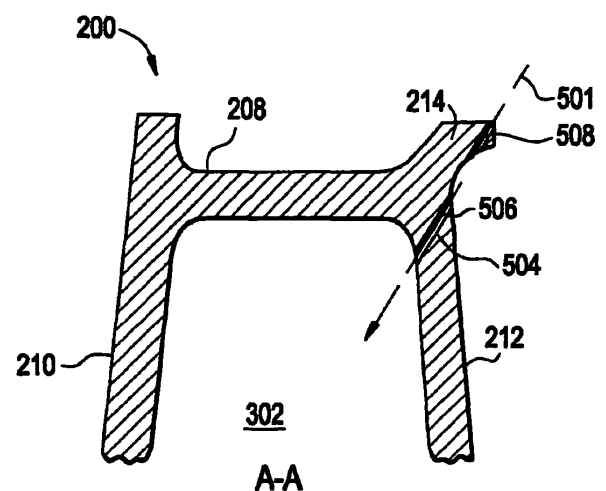
ein Körper, der eine Vorderkante (204), eine Hinterkante (206), eine Druckseite (212), eine Saugseite (210) und einen Spitzenbereich (208) aufweist; und

ein Winglet (214), das auf der Druckseite (212) des Körpers in dem Spitzenbereich (208) angeordnet ist und sich von einem Punkt in dem Spitzenbereich (208) ausgehend stromabwärts der Vorderkante (204) zu der Hinterkante (206) erstreckt,

wobei das Winglet (214) von der Hinterkante (206) ausgehend zu dem Punkt (201) in dem Spitzenbereich (208) konisch zuläuft,

wobei die Turbinenschaufel (200) einen inneren Hohlraum (302) und einen Durchlasskanal (504) aufweist, der strömungsmäßig mit dem inneren Hohlraum (302) und einem Anschlusskanal (506) in der Druckseite (212) verbunden ist, wobei der Anschlusskanal (506) in Bezug auf das Winglet (214) radial innen auf der Turbinenschaufel (200) angeordnet ist,

wobei die Turbinenschaufel (200) in dem Winglet (214) einen zweiten Durchlasskanal (508) aufweist, der linear fluchtend mit dem Durchlasskanal (504) ausgerichtet ist.



## Beschreibung

**[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.

**[0003]** Aus der US 2002/0182074 A1 ist eine Turbinenschaufel bekannt, die einen Hohlraum umschließt. Der Hohlraum kommuniziert mit Durchlassöffnungen, die an dem freien Ende der Turbinenschaufel ausgebildet sind. Die US 2005/0232771 A1 offenbart dazu die Ausbildung von Winglets am freien Schaufelende wobei diese Winglets von Luftauslasskanälen durchsetzt sind.

**[0004]** Die erfindungsgemäße Turbinenschaufel weist einen Körper mit einer Vorderkante, einer Hinterkante, einer Druckseite, einer Saugseite und einem Spitzenbereich, und ein Winglet auf, 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. Das Winglet läuft von der Hinterkante ausgehend zu dem Punkt in dem Spitzenbereich konisch zu, wobei die erfindungsgemäße Turbinenschaufel einen inneren Hohlraum und einen Durchlasskanal aufweist, der strömungsmäßig mit dem inneren Hohlraum und einem Anschlusskanal in der Druckseite verbunden ist, wobei der Anschlusskanal in Bezug auf das Winglet radial innen auf der Turbinenschaufel angeordnet ist. Die Turbinenschaufel weist außerdem in dem Winglet einen zweiten Durchlasskanal aufweist, der linear fluchtend mit dem Durchlasskanal ausgerichtet ist.

**[0005]** Diese und andere Vorteile und Merkmale werden anhand der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen verständlicher.

**[0006]** Der als die Erfindung erachtete behandelte Gegenstand, wird in den der Beschreibung beigefügten Patentansprüchen speziell aufgezeigt und gesondert beansprucht. Die vorausgehend erwähnten und sonstige 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 nicht zur Erfindung gehöriges Beispiel einer Turbinenschaufel;

**Fig. 3** veranschaulicht in einer Schnittansicht von vorn ein nicht zur Erfindung gehöriges Bei-

spiel der Turbinenschaufel längs der Schnittrlinie A-A von **Fig. 2**;

**Fig. 4** veranschaulicht in einer Schnittansicht von vorn ein nicht zur Erfindung gehöriges Beispiel der Turbinenschaufel längs der Schnittrlinie A-A von **Fig. 2**;

**Fig. 5** veranschaulicht in einer Schnittansicht von vorn ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel der Turbinenschaufel längs der Schnittrlinie A-A von **Fig. 2**; und

**Fig. 6** veranschaulicht in einer Schnittansicht von vorn noch ein nicht zur Erfindung gehöriges Beispiel der Turbinenschaufel längs der Schnittrlinie A-A von **Fig. 2**.

**Fig. 7** veranschaulicht in einer teilweisen perspektivischen Schnittansicht einen Abschnitt eines Turbinentriebwerks.

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

**[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 Luftstrom über die Spitze 102. Die über die Spitze 102 entweichende Luftstrommenge wächst, während sich der Luftstrom 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 nicht zur Erfindung gehöriges Beispiel 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 208 angeordnet. Das Winglet 214 erstreckt sich

von einem Punkt 201 auf dem Spitzenbereich 208 ausgehend, der sich stromabwärts der Vorderkante 204 befindet, zu der Hinterkante 214 der Schaufel 200 und läuft von der Hinterkante 214 zu dem Punkt 201 konisch zu.

**[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 nicht zur Erfindung gehöriges Beispiel 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 einem Anschlusskanal 306 verbunden ist, der 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 dem Anschlusskanal 306 ausgegeben, wobei es das Winglet 214 und den Spitzenbereich 208 kühlt.

**[0012]** Fig. 4 veranschaulicht in einer Schnittansicht von vorn ein nicht zur Erfindung gehöriges Beispiel 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 einem Anschlusskanal 406 verbunden ist, der 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 Ausführungsbeispiel der Schaufel 200 längs der Schnittlinie A-A in Fig. 2. Das veranschaulichte Ausführungsbeispiel enthält einen Kühlkanal 504, der strömungsmäßig mit dem Hohlraum 302 und einem Anschlusskanal 506 verbunden ist, der 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, den Anschlusskanal 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 nicht zur Erfindung gehöriges Beispiel 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 einem Anschlusskanal 606 verbunden ist. Der Anschlusskanal 606 ist in einer Nut 608 angeordnet, die in dem Winglet 214 ausgebildet ist. Die Nut 608 verlagert den Anschlusskanal 606 von dem äußeren Radius der Schaufel 200 ausgehend radial nach innen. Der Versatz des Anschlusskanals 606 verhindert eine Blockierung des Anschlusskanals 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 Gasströmungspfad 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

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

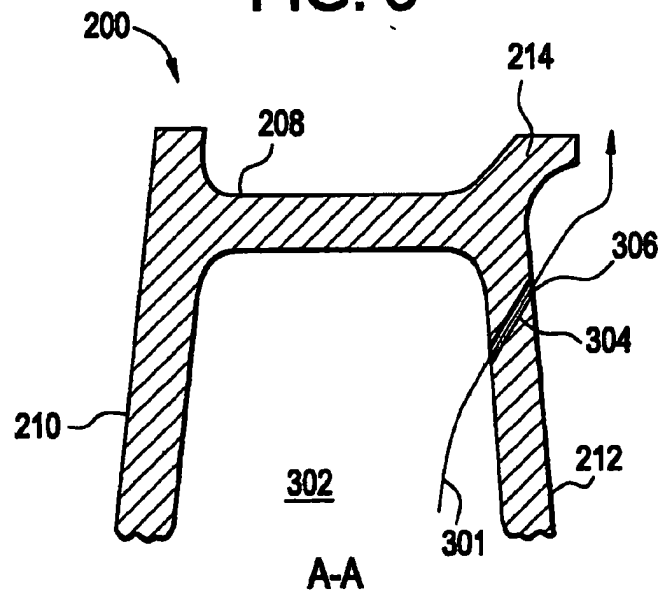
201	Punkt	in der Druckseite (212) verbunden ist, wobei der Anschlusskanal (506) in Bezug auf das Winglet (214) radial innen auf der Turbinenschaufel (200) angeordnet ist, wobei die Turbinenschaufel (200) in dem Winglet (214) einen zweiten Durchlasskanal (508) aufweist, der linear fluchtend mit dem Durchlasskanal (504) ausgerichtet ist.
202	Rotor	
204	Vorderkante	
205	Pfeil	
206	Hinterkante	
208	Distaler Laufschaufelspitzenbereich (Spitzenbereich)	2. Turbinenschaufel (200) nach Anspruch 1, wobei die Turbinenschaufel mit einem Strömungsprofil ausgebildet ist.
210	Saugseite	
212	Druckseite	3. Turbinenschaufel (200) nach Anspruch 1, wobei die Turbinenschaufel (200) auf dem Rotor (702) angeordnet ist.
214	Winglet	
301	Verdichtetes Gas	4. Turbinenschaufel (200) nach Anspruch 1, wobei das Winglet (214) dazu dient, einen Luftstrom entlang der Druckseite (212) in Richtung der Hinterkante (206) des Körpers zu lenken.
302	Hohlraum	
304	Kühlkanal	5. Turbinenschaufel (200) nach Anspruch 1, wobei der Anschlusskanal (506) dazu dient, verdichtetes Gas auszugeben, das über den Durchlasskanal (504) und den inneren Hohlraum (302) aufgenommen ist.
306	Anschlusskanal	
404	Kühlkanal	Es folgen 4 Seiten Zeichnungen
406	Anschlusskanal	
408	Druckseitenrand	
504	Kühlkanal	
506	Anschlusskanal	
508	Durchlasskanal	
601	Mantel	
604	Kühlkanal	
606	Anschlusskanal	
608	Nut	
700	Gasturbine	
701	Pfeil	
702	Rotoranordnung	
704	Mantel	

### Patentansprüche

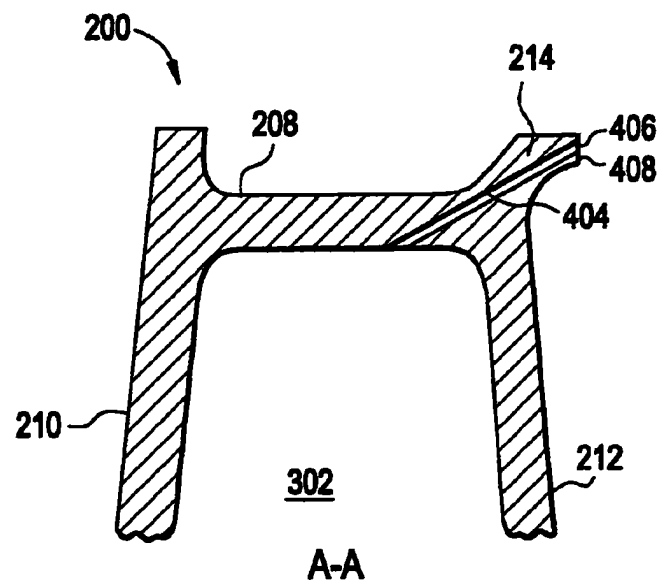
1. Turbinenschaufel (200), zu der gehören:  
ein Körper, der eine Vorderkante (204), eine Hinterkante (206), eine Druckseite (212), eine Saugseite (210) und einen Spitzenbereich (208) aufweist; und  
ein Winglet (214), das auf der Druckseite (212) des Körpers in dem Spitzenbereich (208) angeordnet ist und sich von einem Punkt in dem Spitzenbereich (208) ausgehend stromabwärts der Vorderkante (204) zu der Hinterkante (206) erstreckt,  
wobei das Winglet (214) von der Hinterkante (206) ausgehend zu dem Punkt (201) in dem Spitzenbereich (208) konisch zuläuft,  
wobei die Turbinenschaufel (200) einen inneren Hohlraum (302) und einen Durchlasskanal (504) aufweist, der strömungsmäßig mit dem inneren Hohlraum (302) und einem Anschlusskanal (506)



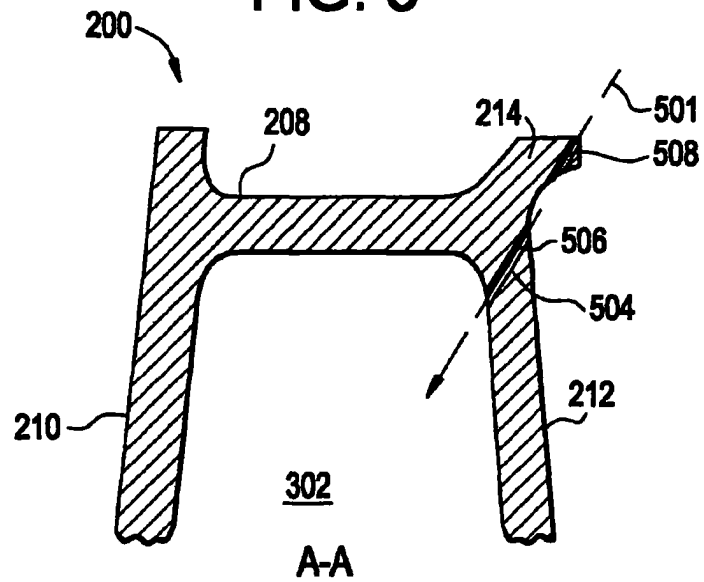
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**

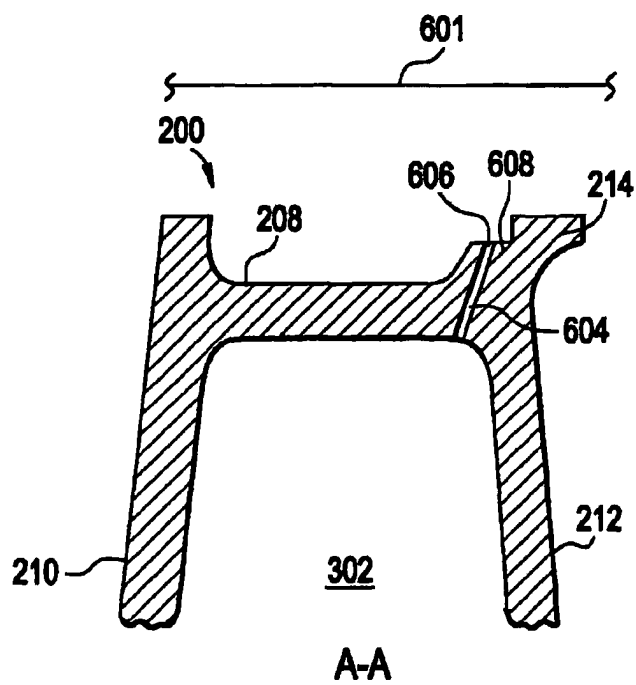


FIG. 7

