



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **698 099 A2**

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

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

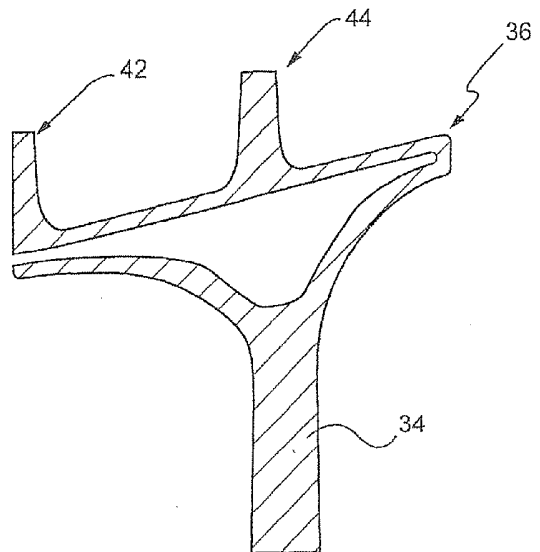
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01826/08	(71) Anmelder: General Electric Company, 1 River Road 12345 Schenectady, New York (US)
(22) Anmeldedatum: 24.11.2008	(72) Erfinder: Robert Alan Brittingham, Piedmont, South Carolina 29673 (US) Linda Jean Farral, Greenville, South Carolina 29615 (US) James Zhang, Simpsonville, South Carolina 29681 (US) Charles Malinowski, Mauldin, South Carolina 29662 (US)
(43) Anmeldung veröffentlicht: 29.05.2009	(74) Vertreter: R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneeggstrasse 4 8008 Zürich (CH)
(30) Priorität: 28.11.2007 US 11/987,163	

(54) **Innenkernprofil eines Turbinenschaufel-Deckblatts.**

(57) Turbinenschaufel mit einem Schaufelblatt 64), das ein hohles Deckblatt (36) aufweist, wobei dieses hohle Deckblatt einen Hohlkern aufweist, dessen Nennprofil im Wesentlichen den kartesischen Koordinatenwerten von X, Y und Z entspricht, die in Tabelle I in Zoll aufgeführt sind, wobei die Form des Kerns durch die Wolke der aufgelisteten Punkte definiert wird, die um jede Fläche des Deckblatts herum verteilt sind, und der ganze hohle Abschnitt des Deckblatts konstruiert werden kann, indem glatte Blechflächen durch die aufgelisteten Punkte hindurch definiert werden.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Turbinenschaufeln mit einem Schaufelblatt und einem Deckblatt, das vom Schaufelblatt getragen wird. Insbesondere betrifft die Erfindung das Innenkernprofil eines Deckblatts, der von einem Schaufelblatt einer Turbinenschaufel getragen wird. Auch wenn die Erfindung vor allem für eine Gasturbine vorgesehen ist, kann die Verwendung eines skalierten Designs auf eine Dampfturbine oder ein Flugzeugtriebwerk anwendbar sein.

[0002] Schaufeln für Turbinen umfassen typischerweise ein Schaufelblatt, eine Plattform, einen Schaft und einen Schwalbenschwanz. Der Schwalbenschwanz ist in einem komplementären Schlitz in einem Turbinenrad befestigt. Oftmals weist das Schaufelblatt ein integral geformtes Deckblatt auf. Die Schaufeln einschliesslich des Schaufelblatts und des Deckblatts sind natürlich während des Betriebs um die Triebwerkslängsachse herum drehbar, und das Schaufelblatt und das Deckblatt liegen im Heissgasweg. Weil das Deckblatt auf der Spitze des Schaufelblatts befestigt ist, treten in der Deckblatt-Übergangsregion zwischen dem Deckblatt und der Schaufelblattspitze wesentliche Belastungen auf. Deckblätter, ob hohl oder voll, sind typischerweise ausgelegt, um die Masseverteilung des Deckblatts um die Oberseite des Schaufelblatts herum auszugleichen. Ein Vorteil des hohlen Deckblatts ist, dass es zwar ein Deckblatt mit reduziertem Gewicht bereitstellt, aber eine erhebliche strukturelle Steifigkeit beibehält. Dies führt zu allgemein geringeren Belastungen in der Übergangsregion vom Schaufelblatt zum Deckblatt und zu einer Verbesserung des Kriechverhaltens. Zudem überdecken gewisse frühere Deckblätter nicht den Strömungskanal, was aufgrund von Strömungslecks über das Deckblatt hinweg negative Auswirkungen auf den Wirkungsgrad der Stufe zur Folge hat.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0003] Einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gemäss wird ein Herstellungsartikel bereitgestellt, umfassend ein Schaufelblatt mit einem hohlen Deckblatt, wobei dieses hohle Deckblatt einen Hohlkern aufweist, dessen Nennprofil im Wesentlichen den kartesischen Koordinatenwerten von X, Y und Z entspricht, die in Tabelle I in Zoll aufgeführt sind, wobei die Form des Kerns durch die Wolke der aufgelisteten Punkte definiert wird, die um jede Fläche des Deckblatts herum verteilt sind, und der ganze hohle Abschnitt des Deckblatts konstruiert werden kann, indem glatte Blechflächen durch die aufgelisteten Punkte hindurch definiert werden.

[0004] Die Erfindung kann auch in einem Herstellungsartikel ausgeführt werden, umfassend ein Schaufelblatt mit einem hohlen Deckblatt, wobei dieses hohle Deckblatt einen Hohlkern aufweist, dessen Nennprofil im Wesentlichen den kartesischen Koordinatenwerten von X, Y und Z entspricht, die in Tabelle I in Zoll aufgeführt sind, in einem kartesischen Koordinatensystem, das seinen Ursprung an einem Punkt A hat, der 39,600 Zoll über der Kaltrotor-Längsachse an einem Schnittpunkt der mittleren Wölbungslinie des Schaufelblatts und der Vorderkantenfläche des Schaufelblatts liegt, dessen positive X-Achse durch den Punkt A und einen Punkt B definiert wird, der 39,600 Zoll über der Kaltrotor-Längsachse an einem Schnittpunkt der mittleren Wölbungslinie des Schaufelblatts und der Hinterkantenfläche des Schaufelblatts liegt, dessen positive X-Z-Ebene durch die Punkte A, B und einen Punkt C definiert wird, der 49,862 Zoll über der Kaltrotor-Längsachse an einem Schnittpunkt der mittleren Wölbungslinie des Schaufelblatts und der Hinterkantenfläche des Schaufelblatts liegt, und dessen Y-Achse durch Anwendung der Rechte-Hand-Regel definiert wird, und wobei X, Y und Z Entfernungen in Zoll sind, wobei die Form des Kerns durch die Wolke der aufgelisteten Punkte definiert wird, die um jede Fläche des Deckblatts herum verteilt sind, und der ganze hohle Abschnitt des Deckblatts konstruiert werden kann, indem glatte Blechflächen durch die aufgelisteten Punkte hindurch definiert werden.

[0005] Die Erfindung kann ausserdem in einem Herstellungsartikel ausgeführt werden, umfassend ein Turbinenrad mit einer Vielzahl von Schaufeln, wobei jede dieser Schaufeln ein Schaufelblatt und ein hohles Deckblatt umfasst, wobei dieses hohle Deckblatt einen Hohlkern mit einem Nennprofil aufweist, das im Wesentlichen den kartesischen Koordinatenwerten von X, Y und Z entspricht, die in Tabelle I in Zoll aufgeführt sind, wobei die Form des Kerns durch die Wolke der aufgelisteten Punkte definiert wird, die um jede Fläche des Deckblatts herum verteilt sind, und der ganze hohle Abschnitt des Deckblatts konstruiert werden kann, indem glatte Blechflächen durch die aufgelisteten Punkte hindurch definiert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0006] Diese und weitere Aufgaben und Vorteile dieser Erfindung gehen aus der folgenden ausführlicheren Beschreibung der gegenwärtig bevorzugten beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen hervor, wobei:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Turbinenquerschnitts mit einem Deckblatt einer Turbinenschaufel der zweiten Stufe ist, das ein vorbestimmtes Deckblatt-Kernprofil nach einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist;

Fig. 2 ein Turbinenblatt mit einem vollen Deckblatt veranschaulicht;

- Fig. 3 das Turbinenblatt von Fig. 2 zeigt, wobei das Oberteil des Deckblatts entlang der in Fig. 2 gezeigten Schnittlinie entfernt wurde, um die Form des inneren Hohlraums erkennen zu lassen;
- Fig. 4 ein Grundriss des Deckblatts von Fig. 2 ist; und
- Fig. 5 eine andere Innenansicht des Deckblatts ist, diesmal entlang der in Fig. 4 gezeigten Schnittlinie.
- Fig. 6 eine schematische perspektivische Ansicht des Turbinenschaufelblatts ist, die Punkte darstellt, die zur Bestimmung des Koordinatensystems verwendet werden, das zur Bestimmung der Koordinaten für die in Tabelle 1 aufgeführten Punkte benutzt wird; und
- Fig. 7 eine perspektivische Ansicht ist, die ebenfalls das Koordinatensystem zeigt, das zur Bestimmung der in Tabelle 1 aufgeführten Punkte benutzt wird.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0007] Nun auf die Zeichnungen Bezug nehmend, insbesondere auf Fig. 1, wird ein allgemein mit 10 bezeichneter Heissgasweg einer Gasturbine 12 gezeigt, die eine Vielzahl von Turbinenstufen aufweist. Drei Stufen sind dargestellt. Zum Beispiel umfasst die erste Stufe eine Vielzahl von in der Umfangsrichtung beabstandeten Düsen 14 und Schaufeln 16. Die Düsen sind in der Umfangsrichtung voneinander beabstandet und um die Achse des Rotors herum befestigt. Die Schaufeln 16 der ersten Stufe sind natürlich auf dem Turbinenrotorrad 17 montiert. Auch eine zweite Stufe der Turbine 12 wird gezeigt, die eine Vielzahl von in der Umfangsrichtung beabstandeten Düsen 18 und eine Vielzahl von in der Umfangsrichtung beabstandeten Schaufeln 20 umfasst, die auf dem Rotor montiert sind. Die dritte Stufe wird ebenfalls gezeigt, mit einer Vielzahl von in der Umfangsrichtung beabstandeten Düsen 22 und Schaufeln 24, die auf dem Rotor 17 montiert sind. Es ist anzumerken, dass die Düsen und Schaufeln im Heissgasweg 10 der Turbine 12 liegen, wobei die Strömungsrichtung des Heissgases durch den Heissgasweg 10 durch den Pfeil 26 angezeigt wird.

[0008] Jede Schaufel 20 der zweiten Stufe ist mit einer Plattform 30, einem Schaft 32 und einem Schwalbenschwanz 34 (Fig. 3) zur Verbindung mit einem komplementär geformten Gegenschwalbenschwanz (nicht gezeigt) auf einem Rotorrad versehen, der Bestandteil des Rotors 17 ist. Jede der Schaufeln 20 der zweiten Stufe umfasst auch ein Schaufelblatt 34 (Fig. 2), das an jedem Querschnitt entlang des Schaufelblatts von der Plattform bis zur Schaufelblattspitze ein Schaufelblattprofil aufweist.

[0009] Jede der Schaufeln der zweiten Stufe ist mit einem Deckblatt versehen, das allgemein mit 36 bezeichnet wird. Die Deckblätter sind bevorzugt mit den Schaufelblättern 34 aus einem Stück geformt, und jedes Deckblatts 36 greift an in der Umfangsrichtung entgegengesetzten Enden in benachbarte Deckblätter benachbarter Schaufeln ein, um einen allgemein ringförmigen Ring oder Mantel zu formen, der den Heissgasweg an der axialen Stelle der Schaufeln der zweiten Stufe umschreibt. Das Deckblatt 36 jeder Schaufel 20 der zweiten Stufe umfasst erste und zweite, vordere und hintere Dichtschiene 42, 44 entlang seiner radialen Aussenseite, und diese Dichtschiene 42, 44 formen nahezu durchgehende Dichtringe um das Deckblatt herum zur Abdichtung mit dem Mantel 4 6 (Fig. 1), der am Turbinengehäuse befestigt ist. In dieser Hinsicht ist in einer beispielhaften Ausführungsform die vordere Dichtschiene 42 nicht mit der entsprechenden Dichtschiene auf der benachbarten Schaufel in Kontakt, doch die hintere Dichtschiene 44 ist tatsächlich mit der entsprechenden Dichtschiene auf der benachbarten Schaufel in Kontakt.

[0010] Turbinenschaufelblätter werden aufgrund der thermischen und mechanischen Belastungen in einer rauen Umgebung betrieben. Zudem werden Schaufelblätter, die ein Deckblatt haben, mit zusätzlichen Herausforderungen konfrontiert. Deckblätter liegen am äussersten Ende eines Schaufelblatts, siehe Fig. 1, wodurch sie wegen der Umdrehungsgeschwindigkeit einer hohen mechanischen Belastung ausgesetzt sind. Deshalb ist es schwer, ein nicht gekerbtes Deckblatt an ein Schaufelblatt anzubringen. Dies geht mit der Anforderung einher, dass das Gewicht des Schaufelblatts einen bestimmten Maximalwert nicht übersteigen darf. Diese Zwänge verdeutlichen den Vorteil einer hohlen Turbinendeckblatts.

[0011] Um die Hülle oder das Volumen zu definieren, worin das erfindungsgemässe Kerndesign sich befindet, gibt es einen einmaligen Satz oder Orte von Punkten im Raum. Die Orte, welche die Hülle oder das Volumen definieren, worin das Kerndesign sich befindet, umfassen einen Satz aus 789 Punkten mit X-, Y- und Z-Koordinaten relativ zum Ursprungs-Koordinatensystem, das wie in Fig. 6 und 7 gezeigt bestimmt wird. Das heisst, das Koordinatensystem wird relativ zum Schaufelblatt festgelegt und wird durch die Punkte A, B und C vollständig definiert. Die Punkte A und B liegen beide 39,600 Zoll über der Kaltrotor-Längsachse. Punkt A liegt am Schnittpunkt der mittleren Wölbungslinie des Schaufelblatts und der Vorderkantenfläche des Schaufelblatts. Punkt B liegt am Schnittpunkt der mittleren Wölbungslinie des Schaufelblatts und der Hinterkantenfläche des Schaufelblatts. Punkt C liegt 49,862 Zoll über der Kaltrotor-Längsachse und liegt am Schnittpunkt der mittleren Wölbungslinie des Schaufelblatts und der Hinterkantenfläche des Schaufelblatts. Der Ursprung des Koordinatensystems liegt bei Punkt A. Die Punkte A und B definieren die positive X-Achse. Die Punkte A, B und C definieren die positive X-Z-Ebene. Die Y-Achse wird dann durch Anwendung der Rechte-Hand-Regel definiert.

[0012] Das kartesische Koordinatensystem mit den X-, Y- und Z-Werten, die unten in Tabelle I gegeben werden, definieren den ganzen hohlen Abschnitt des Deckblatts. Das heisst, die Form des Kerns wird durch die Wolke der aufgelisteten Punkte definiert, die um jede Fläche des Deckblatts herum verteilt sind, und der ganze hohle Abschnitt des Deckblatts kann

konstruiert werden, indem glatte Blechflächen durch die aufgelisteten Punkte hindurch definiert werden. Die Koordinatenwerte für die X-, Y- und Z-Koordinaten sind in Tabelle I in Zoll angegeben, auch wenn andere Masseinheiten verwendet werden können, wenn die Werte entsprechend umgewandelt werden.

[0013] Die Werte von Tabelle I wurden erzeugt und auf 3 Dezimalstellen genau angegeben, um das Profil des Deckblattkerns zu bestimmen. Diese Punkte stellen die Nennkalt- oder -raumtemperaturform des Deckblattkerns dar. Wenn die Schaufel sich in Betrieb erhitzt, verursachen die mechanische Belastung und die Temperatur eine Änderung in den X-, Y- und Z-Werten. Demnach stellen die in Tabelle 1 gegebenen Werte für das Profil Umgebungsbedingungen ausser Betrieb und im nicht warmen Zustand dar.

[0014] Es gibt typische Fertigungstoleranzen und Beschichtungen, die im Istprofil des Deckblattkerns zu berücksichtigen sind. Deshalb ist anzumerken, dass die typischen +/-Fertigungstoleranzen, d.h., die +/- Werte einschliesslich aller Schichtdicken sich zusätzlich zu den in Tabelle I unten genannten X- und Y-Werten verstehen. Demnach definiert eine Entfernung von +/- 0,042 Zoll in einer Richtung normal zu jeder Oberflächenstelle entlang des Deckblattkernprofils eine Deckblattkern-Profilhülle für dieses spezifische Schaufeldeckblattdesign und diese Turbine, d.h., einen Schwankungsbereich zwischen den tatsächlich gemessenen Punkten auf der Deckblattkernoberfläche bei Nennkalt- oder -raumtemperatur und der Ideal-Position dieser Punkte, wie sie in der Tabelle unten bei derselben Temperatur gegeben wird. Das Schaufeldeckblatt-Kerndesign ist für diesen Schwankungsbereich robust, ohne dass die mechanischen Funktionen beeinträchtigt werden.

CH 698 099 A2

Tabelle 1

X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
0,320	2,170	10,700	1,674	1,453	10,816	-0,037	2,890	10,938
0,462	2,174	10,704	0,524	2,045	10,816	0,738	1,826	10,939
0,373	2,132	10,707	1,763	1,495	10,831	-0,001	2,935	10,939
0,703	2,125	10,709	1,336	1,942	10,841	0,890	1,735	10,940
0,551	2,216	10,710	0,119	2,601	10,842	1,041	1,645	10,942
0,344	2,119	10,710	0,240	2,344	10,846	1,344	1,464	10,943
0,293	2,228	10,712	1,434	1,503	10,850	1,496	1,373	10,944
0,792	2,167	10,713	0,386	2,034	10,850	1,193	1,554	10,945
0,854	2,035	10,720	0,353	2,105	10,850	-0,067	2,908	10,946
0,640	2,258	10,721	0,516	2,528	10,853	0,416	1,974	10,947
0,943	2,077	10,722	0,819	2,347	10,853	-0,362	3,240	10,948
0,310	2,265	10,725	0,667	2,437	10,854	0,240	2,886	10,948
1,006	1,945	10,734	0,676	1,955	10,855	0,088	2,977	10,948
1,095	1,987	10,738	1,585	1,412	10,855	0,100	2,645	10,951
0,400	2,307	10,738	0,364	2,618	10,856	1,647	1,283	10,952
0,262	2,294	10,740	1,782	1,330	10,857	1,425	1,987	10,952
1,157	1,855	10,745	1,282	1,593	10,858	-0,098	2,914	10,953
0,489	2,350	10,750	1,826	1,364	10,859	0,216	2,399	10,956
0,614	2,085	10,753	0,123	2,667	10,862	-0,322	3,156	10,957
1,247	1,897	10,756	0,827	1,865	10,864	1,060	2,301	10,957
0,360	2,087	10,757	0,970	2,256	10,864	-0,259	3,256	10,959
0,228	2,368	10,758	1,130	1,684	10,865	-0,130	2,983	10,960
0,881	2,211	10,758	0,979	1,775	10,868	-0,064	3,068	10,960
1,309	1,765	10,761	1,737	1,322	10,871	0,372	2,068	10,960
0,248	2,399	10,762	0,213	2,709	10,874	0,391	2,796	10,961
1,033	2,121	10,769	0,082	2,682	10,875	-0,271	3,282	10,961
0,730	2,302	10,770	0,188	2,457	10,875	-0,220	3,173	10,963
0,337	2,441	10,772	0,311	2,196	10,876	-0,170	3,067	10,963
1,371	1,633	10,773	1,487	1,853	10,882	-0,275	3,057	10,968
0,187	2,455	10,774	1,122	2,166	10,886	2,040	1,144	10,970
0,765	1,995	10,775	1,915	1,407	10,887	-0,126	3,201	10,970
1,460	1,675	10,777	0,435	2,005	10,890	0,063	2,725	10,970
1,398	1,807	10,778	0,049	2,754	10,900	0,026	3,110	10,971
0,327	2,157	10,782	0,061	2,801	10,906	-0,372	3,263	10,971
1,220	1,723	10,782	1,888	1,233	10,909	0,275	2,274	10,973
1,523	1,543	10,789	0,302	2,753	10,911	0,439	1,927	10,973
0,917	1,905	10,791	0,147	2,544	10,912	1,799	1,193	10,974
1,068	1,814	10,791	0,605	2,572	10,913	0,177	3,020	10,975
0,578	2,393	10,792	0,453	2,662	10,914	-0,207	3,299	10,975
1,612	1,585	10,797	1,977	1,275	10,917	0,543	2,706	10,975
0,186	2,532	10,799	0,150	2,843	10,917	-0,228	2,957	10,976
1,184	2,031	10,799	0,756	2,481	10,920	-0,196	2,888	10,979
0,427	2,484	10,802	0,011	2,827	10,921	0,497	1,876	10,982
0,150	2,535	10,808	1,639	1,764	10,932	1,211	2,212	10,984
1,550	1,718	10,809	0,587	1,916	10,933	0,649	1,785	10,985

CH 698 099 A2

X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
0,275	2,575	10,813	1,957	1,197	10,933	0,694	2,616	10,985
0,287	2,245	10,815	0,908	2,391	10,936	-0,037	3,243	10,986
0,800	1,695	10,987	0,774	1,522	11,042	0,859	0,884	11,081
0,329	2,930	10,990	2,191	1,056	11,043	2,227	0,981	11,082
-0,370	3,259	10,990	-0,224	2,951	11,044	2,280	1,099	11,082
0,952	1,604	10,990	0,608	2,759	11,044	0,150	2,849	11,083
2,129	1,187	10,991	-0,037	3,245	11,045	1,139	1,210	11,084
-0,277	3,292	10,992	0,202	3,106	11,046	0,946	0,699	11,084
-0,070	3,283	10,992	0,225	2,383	11,046	1,006	0,571	11,086
2,067	1,320	10,993	0,618	1,547	11,048	1,004	0,339	11,086
0,846	2,526	10,997	0,925	1,432	11,049	0,010	2,834	11,086
1,104	1,514	10,998	0,291	2,243	11,049	0,177	3,023	11,086
-0,355	3,228	10,999	1,710	1,153	11,051	0,871	1,084	11,086
-0,201	3,305	11,000	0,684	1,480	11,055	1,067	0,442	11,087
0,009	2,832	11,000	0,026	3,113	11,055	1,126	0,315	11,089
0,490	1,817	11,002	1,317	1,293	11,055	0,961	1,126	11,090
-0,049	2,901	11,005	1,514	2,033	11,056	1,092	0,154	11,092
1,790	1,676	11,007	-0,196	2,890	11,056	0,061	2,807	11,093
-0,307	3,126	11,007	0,642	1,477	11,056	0,934	0,951	11,093
2,099	1,081	11,009	0,358	2,100	11,056	1,086	2,480	11,094
-0,125	2,909	11,009	0,351	2,980	11,059	1,165	-0,002	11,095
1,255	1,424	11,009	0,639	1,422	11,061	0,240	2,891	11,096
1,950	1,104	11,012	0,836	1,390	11,061	0,213	2,717	11,096
0,560	1,744	11,013	0,557	1,290	11,062	0,577	1,635	11,097
0,125	3,168	11,014	2,102	1,015	11,063	1,620	1,113	11,098
1,363	2,122	11,015	0,625	1,381	11,063	0,304	3,007	11,099
-0,215	3,160	11,016	-0,128	2,912	11,064	1,182	0,090	11,100
-0,111	3,299	11,016	0,421	1,966	11,064	0,074	2,705	11,100
0,711	1,654	11,017	0,143	3,150	11,066	1,058	0,687	11,100
0,997	2,436	11,018	0,747	1,348	11,067	1,291	1,120	11,102
-0,258	3,022	11,019	0,088	2,981	11,068	1,942	1,588	11,102
0,292	3,024	11,020	0,764	2,680	11,068	2,013	0,974	11,103
0,863	1,563	11,021	0,681	1,026	11,068	1,112	1,036	11,105
1,407	1,334	11,022	-0,001	2,939	11,068	0,275	2,584	11,107
0,012	3,256	11,024	0,679	1,266	11,070	1,232	0,281	11,108
0,543	1,705	11,025	0,987	1,300	11,071	0,123	2,675	11,109
-0,126	3,203	11,028	1,861	1,063	11,071	0,639	1,498	11,109
1,014	1,473	11,028	0,935	2,570	11,072	1,183	0,422	11,109
-0,153	3,028	11,033	1,300	2,256	11,072	1,259	0,120	11,110
0,105	2,638	11,037	0,789	0,796	11,073	1,285	0,035	11,110
-0,020	3,269	11,037	0,115	3,155	11,073	1,085	0,861	11,111
0,622	1,612	11,037	0,731	1,156	11,075	0,337	2,452	11,114
1,558	1,244	11,037	1,469	1,203	11,075	1,666	1,944	11,115
0,061	2,732	11,038	-0,044	2,900	11,076	0,625	1,383	11,115
0,459	2,883	11,038	0,809	1,216	11,078	0,148	2,549	11,115
0,168	2,504	11,039	0,888	0,586	11,078	1,531	1,071	11,115
1,166	1,383	11,039	0,791	1,029	11,079	0,892	2,656	11,117

CH 698 099 A2

X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-0,064	3,070	11,039	0,497	1,806	11,079	0,329	2,934	11,118
0,589	1,608	11,040	0,523	2,834	11,080	0,668	1,056	11,119
1,238	2,391	11,119	0,934	0,953	11,143	1,567	0,766	11,167
0,186	2,543	11,120	0,373	2,146	11,144	1,210	0,598	11,168
1,210	0,597	11,121	1,415	0,856	11,144	0,640	1,431	11,170
0,400	2,320	11,121	0,747	1,351	11,144	0,925	1,435	11,171
0,735	2,696	11,121	0,378	2,062	11,145	0,622	1,617	11,171
2,218	1,233	11,122	1,594	0,940	11,146	0,634	1,516	11,171
1,772	1,023	11,123	1,286	0,035	11,147	1,335	0,333	11,171
1,442	1,030	11,123	1,389	2,301	11,147	1,745	0,850	11,172
0,741	0,900	11,123	0,676	1,965	11,148	1,719	-0,043	11,172
1,264	0,946	11,123	1,924	0,933	11,148	1,666	0,118	11,174
1,361	0,142	11,125	1,524	0,109	11,149	2,075	0,844	11,175
0,230	2,376	11,126	1,524	0,109	11,149	0,987	1,303	11,175
0,720	1,176	11,126	1,058	0,688	11,149	1,540	0,592	11,175
2,254	0,926	11,126	1,481	0,253	11,149	0,827	1,875	11,176
0,819	0,735	11,127	0,578	2,405	11,150	2,316	0,795	11,180
2,343	0,968	11,127	0,649	1,790	11,150	1,541	2,211	11,180
0,391	2,802	11,127	0,836	1,393	11,150	1,817	1,856	11,181
0,248	2,410	11,128	2,164	0,885	11,150	1,028	2,672	11,182
0,782	1,043	11,128	0,435	2,014	11,152	1,112	1,038	11,183
0,462	2,187	11,128	0,658	1,309	11,153	1,763	0,043	11,186
1,404	0,072	11,128	1,388	0,682	11,153	1,237	0,773	11,187
1,335	0,332	11,129	0,584	1,235	11,153	0,694	2,622	11,188
0,908	0,545	11,130	1,183	0,423	11,153	1,524	0,109	11,188
1,237	0,771	11,131	0,445	1,919	11,154	0,952	1,611	11,188
0,845	0,911	11,132	1,308	0,158	11,155	1,665	0,327	11,189
0,993	0,365	11,133	0,774	1,526	11,155	1,361	0,508	11,190
1,024	2,614	11,133	0,711	1,658	11,155	1,718	0,676	11,191
1,088	0,164	11,134	2,405	0,837	11,156	0,854	2,050	11,192
0,907	0,778	11,135	0,640	2,272	11,156	1,014	1,478	11,193
1,166	-0,002	11,135	0,961	1,128	11,157	1,986	0,802	11,193
0,480	2,844	11,135	0,543	2,712	11,158	1,486	0,243	11,193
0,524	2,055	11,135	0,497	1,881	11,160	1,548	0,111	11,194
0,306	2,213	11,136	1,556	0,203	11,160	1,915	-0,194	11,194
0,310	2,278	11,136	0,509	1,783	11,160	0,783	2,665	11,194
0,453	2,669	11,136	0,886	2,661	11,160	0,756	2,490	11,195
0,809	1,218	11,136	0,800	1,700	11,161	2,494	0,880	11,196
0,969	0,646	11,137	0,557	1,293	11,161	2,467	0,705	11,198
1,031	0,513	11,139	0,644	2,722	11,161	1,897	0,761	11,199
1,683	0,982	11,140	0,703	2,140	11,163	1,691	0,502	11,199
0,871	1,085	11,140	1,085	0,863	11,164	1,869	-0,039	11,199
1,094	0,381	11,141	1,406	0,072	11,165	0,819	2,358	11,201
0,587	1,923	11,142	0,607	1,358	11,165	1,139	1,213	11,202
1,156	0,248	11,143	0,560	1,749	11,166	2,093	1,501	11,202
1,468	0,166	11,143	1,513	0,417	11,166	2,227	0,754	11,204
1,361	0,507	11,143	0,571	1,650	11,166	0,979	1,786	11,204

CH 698 099 A2

X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
0,516	2,537	11,143	1,834	0,892	11,166	0,881	2,225	11,208
1,218	0,116	11,143	0,684	1,484	11,167	1,264	0,949	11,208
1,025	2,674	11,208	1,157	1,871	11,249	1,202	2,951	11,285
2,557	0,748	11,209	2,289	0,623	11,249	1,256	3,052	11,285
1,867	0,100	11,211	1,036	2,670	11,250	2,770	0,527	11,286
1,973	-0,120	11,211	2,370	1,147	11,251	2,092	-0,116	11,286
1,388	0,684	11,212	1,969	1,767	11,252	1,443	2,654	11,288
1,816	0,237	11,212	1,442	1,034	11,253	2,266	0,357	11,288
2,111	-0,346	11,213	1,060	2,311	11,254	1,558	1,252	11,290
1,718	-0,041	11,213	2,200	0,581	11,254	2,235	0,275	11,291
1,513	0,419	11,214	1,567	0,769	11,256	1,719	2,299	11,291
1,104	1,521	11,216	2,530	0,575	11,256	1,319	2,920	11,292
2,432	1,013	11,216	2,119	0,058	11,257	1,216	3,018	11,293
1,870	0,587	11,216	2,065	-0,291	11,257	1,336	1,956	11,293
1,700	0,021	11,216	1,691	0,504	11,258	2,202	0,006	11,296
1,638	0,154	11,217	1,282	1,606	11,259	1,968	0,150	11,297
0,933	2,649	11,218	1,568	2,388	11,260	2,595	0,480	11,297
1,693	2,122	11,219	1,816	0,239	11,260	1,683	0,987	11,298
1,006	1,961	11,220	2,003	-0,159	11,260	1,238	2,396	11,299
2,061	-0,188	11,221	2,105	-0,341	11,261	1,283	3,227	11,299
2,137	0,713	11,221	1,024	2,618	11,262	2,368	0,438	11,299
1,843	0,412	11,222	1,292	2,744	11,263	2,245	1,413	11,300
2,048	0,671	11,226	1,176	2,839	11,263	1,183	2,858	11,300
1,203	2,701	11,227	1,941	-0,026	11,264	2,181	-0,074	11,301
1,120	2,737	11,228	2,181	-0,075	11,265	1,460	1,692	11,302
1,291	1,124	11,228	1,844	2,033	11,265	2,478	0,466	11,302
2,378	0,664	11,230	1,184	2,046	11,265	1,234	3,110	11,302
1,130	1,696	11,232	2,710	0,566	11,266	1,345	3,095	11,307
1,416	2,478	11,232	2,173	0,407	11,266	1,870	0,590	11,308
1,415	0,859	11,232	1,229	2,877	11,266	1,208	2,979	11,309
2,142	-0,251	11,234	1,407	1,341	11,267	1,585	1,427	11,309
2,030	0,015	11,235	2,146	0,233	11,269	1,309	3,355	11,310
1,540	0,594	11,235	2,708	0,659	11,273	1,363	2,132	11,310
1,968	0,148	11,235	1,531	1,077	11,273	2,316	0,388	11,311
1,033	2,136	11,237	1,120	2,733	11,275	2,761	0,449	11,311
2,628	0,702	11,237	1,309	1,781	11,276	1,255	3,217	11,313
1,911	-0,191	11,237	2,262	0,449	11,276	1,265	2,571	11,314
2,126	-0,357	11,237	2,127	-0,234	11,276	1,595	2,565	11,314
2,619	0,616	11,238	2,440	0,533	11,276	1,710	1,162	11,316
1,665	0,329	11,239	2,156	-0,189	11,278	2,230	0,143	11,318
1,851	-0,069	11,239	2,351	0,492	11,281	1,332	3,461	11,320
0,935	2,576	11,240	1,718	0,679	11,282	1,996	1,944	11,320
2,021	0,497	11,241	1,843	0,414	11,282	1,278	3,325	11,320
1,255	1,431	11,242	1,211	2,221	11,283	1,229	2,879	11,321
1,114	2,734	11,245	1,434	1,517	11,284	2,120	1,679	11,321
1,994	0,322	11,246	1,113	2,661	11,284	1,470	2,830	11,321
1,317	1,299	11,247	2,208	0,101	11,285	1,372	3,270	11,321

CH 698 099 A2

X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
2,159	-0,174	11,247	2,646	0,792	11,285	2,021	0,499	11,323
0,997	2,443	11,248	2,681	0,485	11,285	2,119	0,060	11,324
2,583	0,926	11,326	1,564	3,319	11,367	2,991	0,440	11,406
1,834	0,897	11,326	1,649	2,916	11,368	1,490	3,509	11,407
2,428	0,444	11,326	2,493	0,447	11,369	1,490	3,509	11,407
1,994	0,325	11,327	1,728	1,820	11,369	2,067	1,333	11,408
1,389	2,307	11,327	1,372	3,271	11,370	1,925	2,561	11,410
1,292	2,746	11,328	2,013	0,983	11,370	2,735	0,838	11,411
1,871	2,210	11,328	1,568	2,392	11,371	3,067	0,313	11,411
1,305	3,447	11,329	2,137	0,718	11,372	1,827	3,001	11,412
1,358	3,587	11,330	1,470	2,832	11,372	2,191	1,068	11,413
1,897	0,765	11,331	2,200	0,585	11,373	2,316	0,803	11,414
1,246	3,146	11,331	2,023	2,120	11,373	3,080	0,266	11,414
2,696	0,446	11,333	2,903	0,354	11,373	1,551	3,357	11,415
1,256	3,054	11,335	2,396	1,325	11,375	1,746	2,477	11,415
1,737	1,337	11,335	2,147	1,855	11,377	1,906	1,905	11,415
1,497	3,005	11,338	1,348	3,596	11,378	1,776	3,332	11,416
1,514	2,042	11,338	1,898	2,386	11,379	2,830	0,383	11,416
1,328	3,567	11,342	1,773	2,651	11,380	1,649	2,917	11,416
1,416	2,482	11,342	2,973	0,421	11,381	2,049	2,296	11,417
1,576	1,909	11,342	1,915	1,423	11,381	2,511	0,455	11,417
1,319	2,921	11,343	2,272	1,591	11,382	2,174	2,031	11,420
1,746	2,475	11,344	1,693	2,127	11,382	2,673	0,971	11,423
2,582	0,458	11,344	1,675	3,091	11,382	2,614	0,460	11,424
1,861	1,072	11,344	2,173	0,411	11,383	1,952	2,736	11,426
1,281	3,328	11,345	1,399	3,446	11,384	1,871	2,213	11,426
2,922	0,439	11,347	2,603	0,457	11,385	2,093	1,508	11,426
2,277	0,317	11,348	1,595	2,567	11,386	1,870	3,113	11,427
1,283	3,229	11,348	1,497	3,007	11,387	2,299	1,767	11,427
2,521	1,059	11,349	1,755	1,995	11,387	2,440	0,538	11,428
1,622	2,740	11,350	2,310	0,371	11,387	1,773	2,652	11,430
1,701	1,645	11,350	1,637	3,417	11,388	1,675	3,092	11,431
2,208	0,103	11,351	2,040	1,158	11,389	2,548	1,237	11,432
1,524	3,180	11,352	2,797	0,705	11,389	2,423	1,502	11,432
2,048	0,675	11,352	2,235	0,278	11,390	2,218	1,243	11,432
2,860	0,571	11,353	2,984	0,307	11,391	2,343	0,978	11,435
2,361	0,407	11,353	2,708	0,441	11,393	1,632	3,423	11,436
1,763	1,512	11,354	2,164	0,893	11,393	1,996	1,948	11,436
1,541	2,217	11,354	2,289	0,628	11,396	1,640	3,399	11,437
2,833	0,397	11,355	1,880	1,730	11,396	2,076	2,472	11,437
1,345	3,096	11,357	1,800	2,826	11,397	2,708	0,446	11,437
1,443	2,657	11,357	2,289	0,628	11,398	2,467	0,713	11,438
1,319	3,525	11,359	2,407	0,433	11,398	2,917	0,330	11,438
1,498	3,502	11,359	1,719	2,302	11,398	3,074	0,351	11,440
1,310	3,404	11,361	1,942	1,598	11,400	1,898	2,388	11,443
2,247	0,243	11,362	1,524	3,182	11,401	2,016	2,804	11,443
2,146	0,236	11,362	1,622	2,742	11,401	1,916	3,247	11,444
1,888	1,247	11,363	1,488	3,489	11,406	2,120	1,683	11,445

CH 698 099 A2

X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
2,718	0,437	11,365	2,262	0,454	11,406	1,702	3,267	11,445
1,800	2,828	11,446	2,304	2,423	11,484			
3,011	0,484	11,448	2,076	2,473	11,487			
3,079	0,262	11,448	3,002	0,568	11,488			
2,201	2,207	11,448	2,299	1,769	11,489			
2,245	1,418	11,451	2,909	0,763	11,489			
1,981	3,110	11,452	2,368	2,286	11,490			
2,023	2,123	11,453	3,066	0,431	11,491			
2,263	2,074	11,453	1,915	3,250	11,492			
3,111	0,304	11,454	2,423	1,504	11,495			
3,004	0,276	11,455	2,984	0,311	11,496			
2,370	1,153	11,456	2,041	2,781	11,497			
2,145	2,530	11,456	2,201	2,208	11,498			
2,994	0,308	11,457	2,548	1,239	11,499			
2,494	0,888	11,459	1,980	3,113	11,500			
1,925	2,563	11,459	2,673	0,974	11,502			
2,045	2,972	11,459	2,263	2,076	11,502			
2,619	0,623	11,460	2,922	0,444	11,504			
2,949	0,617	11,461	2,797	0,709	11,504			
1,827	3,003	11,461	2,044	2,976	11,508			
2,388	1,810	11,461	2,044	2,976	11,508			
2,147	1,858	11,463	2,165	2,516	11,509			
2,681	0,491	11,463	2,388	1,811	11,511			
1,773	3,337	11,464	2,109	2,840	11,515			
2,110	2,835	11,466	2,109	2,840	11,515			
2,255	2,295	11,466	3,072	0,266	11,516			
2,513	1,545	11,466	2,513	1,546	11,517			
1,792	3,310	11,467	2,290	2,251	11,520			
2,887	0,750	11,469	2,637	1,281	11,521			
2,301	2,199	11,470	2,173	2,703	11,522			
2,637	1,280	11,470	2,173	2,703	11,522			
2,272	1,593	11,470	2,762	1,016	11,524			
2,049	2,298	11,470	3,011	0,486	11,526			
2,286	2,135	11,471	2,887	0,751	11,526			
2,824	0,882	11,472	2,237	2,566	11,528			
2,762	1,015	11,472	2,302	2,429	11,534			
2,175	2,698	11,472	2,366	2,292	11,539			
2,833	0,401	11,473	2,366	2,292	11,539			
1,952	2,738	11,475						
2,396	1,328	11,475						
2,239	2,561	11,478						
2,521	1,063	11,479						
3,077	0,262	11,479						
2,174	2,033	11,480						
2,646	0,798	11,481						
1,916	3,045	11,483						
2,770	0,533	11,483						
3,110	0,299	11,483						

[0015] Es ist auch anzumerken, dass der in der obigen Tabelle I offenbarte Deckblattkern zur Verwendung in anderen vergleichbaren Turbinendesigns geometrisch aufwärts oder abwärts skalierbar ist. Folglich können die Koordinatenwerte, die in Tabelle I aufgeführt sind, derart aufwärts oder abwärts skaliert werden, dass die Profilform des Deckblattkerns unverändert bleibt. Die skalierte Version der Koordinaten in Tabelle I kann durch X-, Y- und Z-Koordinatenwerte von Tabelle I dargestellt werden, die mit einer konstanten Zahl multipliziert oder durch diese dividiert werden.

[0016] Ein wichtiger Begriff in dieser Offenbarung ist das Profil. Das Profil ist der Bereich der Schwankung zwischen den auf der Deckblattkernoberfläche gemessenen Punkten und der in Tabelle I aufgelisteten Idealposition. Das tatsächliche Profil eines hergestellten Schaufelblatts wird von dem in Tabelle I abweichen, und das Design ist dieser Schwankung gegenüber robust, was bedeutet, dass die mechanische Funktion nicht beeinträchtigt wird. Wie oben erwähnt, wird hierin eine Profiltoleranz von + oder -0,042 Zoll verwendet.

[0017] Hohle Turbinenschaufel-Deckblätter sind vorteilhaft zur Herstellung von Hochleistungsturbinenschaufeln. Dieser spezifische Satz von Punkten definiert einen Deckblattkern zur Verwendung bei einer 7FA+e Schaufel der Stufe 2, und insbesondere, wenn er mit einem vorgeschriebenen Deckblatt-Aussenprofil gekoppelt ist, optimiert er die Wanddickeverteilung, die Übertragung der mechanischen Belastung und die Wärmeübertragungsverteilung.

[0018] Auch wenn die Erfindung in Verbindung mit dem beschrieben wurde, was gegenwärtig als die praktischste und bevorzugte Ausführungsform betrachtet wird, versteht es sich, dass die Erfindung sich nicht auf die offenbarte Ausführungsform beschränkt, sondern im Gegenteil verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen abdecken soll, die im Geist und Umfang der beiliegenden Ansprüche liegen.

Patentansprüche

1. Herstellungsartikel (20), umfassend ein Schaufelblatt (34) mit einem hohlen Deckblatt (36), wobei dieses hohle Deckblatt einen Hohlkern aufweist, dessen Nennprofil im Wesentlichen den kartesischen Koordinatenwerten von X, Y und Z entspricht, die in Tabelle I in Zoll aufgeführt sind, wobei die Form des Kerns durch die Wolke der aufgelisteten Punkte definiert wird, die um jede Fläche des Deckblatts herum verteilt sind, und der ganze hohle Abschnitt des Deckblatts konstruiert werden kann, indem glatte Blechflächen durch die aufgelisteten Punkte hindurch definiert werden.
2. Herstellungsartikel nach Anspruch 1, der eine Turbinenschaufel definiert, die Teil einer zweiten Stufe einer Turbine ist.
3. Herstellungsartikel nach Anspruch 1, wobei die Hohlkernform in einer Hülle im Bereich von +/- 0,042 Zoll in einer Richtung normal zu jeder Stelle der Hohlkernoberfläche liegt.
4. Herstellungsartikel nach Anspruch 1, wobei die X-, Y- und Z-Entfernungen als eine Funktion derselben Konstante oder Zahl skalierbar sind, um einen aufwärts skalierte oder abwärts skalierte Schaufelspitzenmantel zu ergeben.
5. Herstellungsartikel nach Anspruch 2, wobei das kartesische Koordinatensystem seinen Ursprung an einem Punkt A hat, der 39, 600 Zoll über der Kaltrotor-Längsachse an einem Schnittpunkt der mittleren Wölbungslinie des Schaufelblatts und der Vorderkantenfläche des Schaufelblatts liegt, seine positive X-Achse durch den Punkt A und einen Punkt B definiert wird, der 39 600 Zoll über der Kaltrotor-Längsachse an einem Schnittpunkt der mittleren Wölbungslinie des Schaufelblatts und der Hinterkantenfläche des Schaufelblatts liegt, seine positive X-Z-Ebene durch die Punkte A, B und einen Punkt C definiert wird, der 49 862 Zoll über der Kaltrotor-Längsachse an einem Schnittpunkt der mittleren Wölbungslinie des Schaufelblatts und der Hinterkantenfläche des Schaufelblatts liegt, und seine Y-Achse durch Anwendung der Rechte-Hand-Regel definiert wird.
6. Herstellungsartikel nach Anspruch 5, wobei die Hohlkernform in einer Hülle im Bereich von +/- 0,042 Zoll in einer Richtung normal zu jeder Stelle der Hohlkernoberfläche liegt.
7. Herstellungsartikel (12), umfassend ein Turbinenrad (17) mit einer Vielzahl von Schaufeln (20), wobei jede dieser Schaufeln ein Schaufelblatt (34) mit einem hohlen Deckblatt (36) wie in Anspruch 1 definiert aufweist.
8. Herstellungsartikel nach Anspruch 7, der eine Gasturbine (12) definiert, und wobei das Turbinenrad eine zweite Stufe der Turbine umfasst.
9. Herstellungsartikel nach Anspruch 8, wobei die kartesischen Koordinatenwerte von X, Y und Z, die in Tabelle I aufgeführt sind, in einem kartesischen Koordinatensystem sind, das seinen Ursprung an einem Punkt A hat, der 39, 600 Zoll über der Kaltrotor-Längsachse an einem Schnittpunkt der mittleren Wölbungslinie des Schaufelblatts und der Vorderkantenfläche des Schaufelblatts liegt, dessen positive X-Achse durch den Punkt A und einen Punkt B definiert wird, der 39, 600 Zoll über der Kaltrotor-Längsachse an einem Schnittpunkt der mittleren Wölbungslinie des Schaufelblatts und der Hinterkantenfläche des Schaufelblatts liegt, dessen positive X-Z-Ebene durch die Punkte A, B und einen Punkt C definiert wird, der 49, 862 Zoll über der Kaltrotor-Längsachse an einem Schnittpunkt der mittleren Wölbungslinie des Schaufelblatts und der Hinterkantenfläche des Schaufelblatts liegt, und dessen Y-Achse durch Anwendung der Rechte-Hand-Regel definiert wird.
10. Herstellungsartikel nach Anspruch 7, wobei die X-, Y- und Z-Entfernungen als eine Funktion derselben Konstante oder Zahl skalierbar sind, um ein aufwärts skaliertes oder abwärts skaliertes Schaufeldeckblatt zu ergeben.

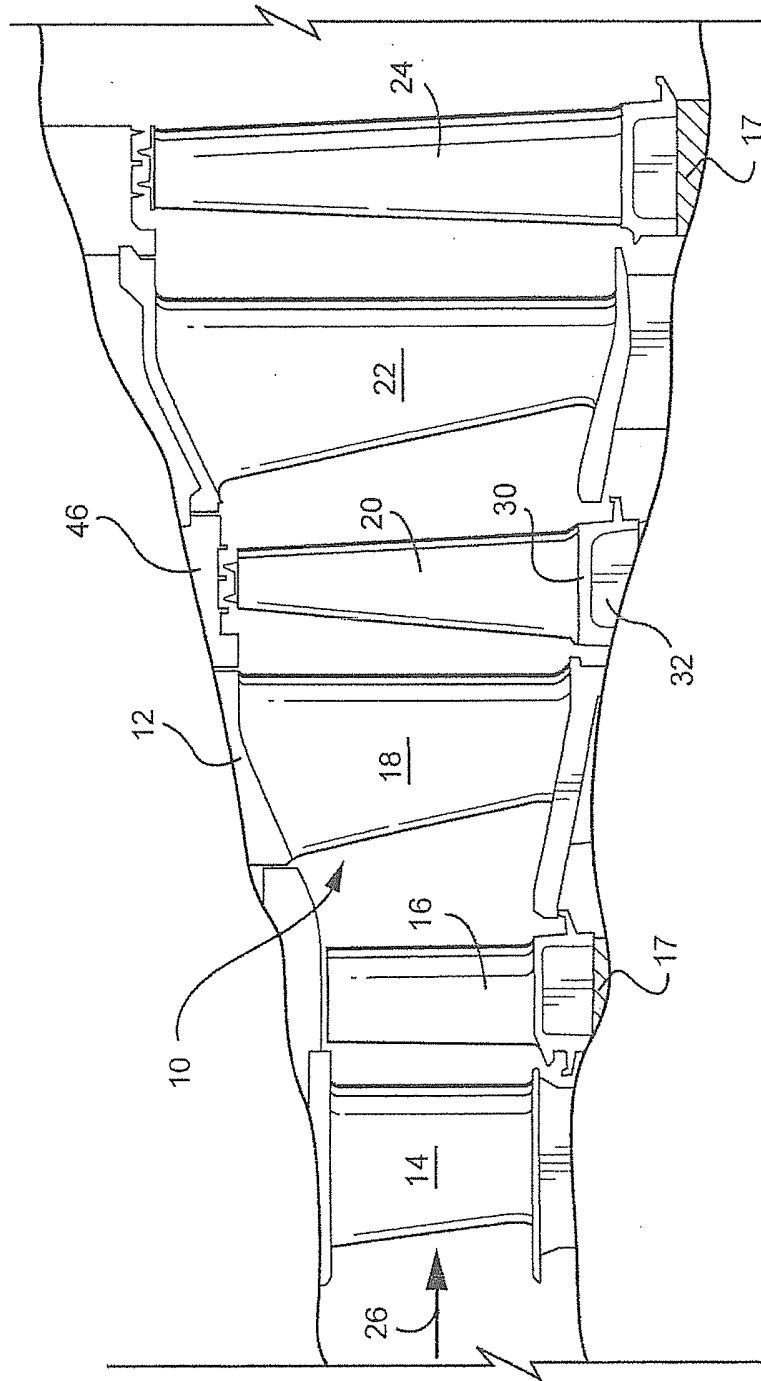


Fig. 1

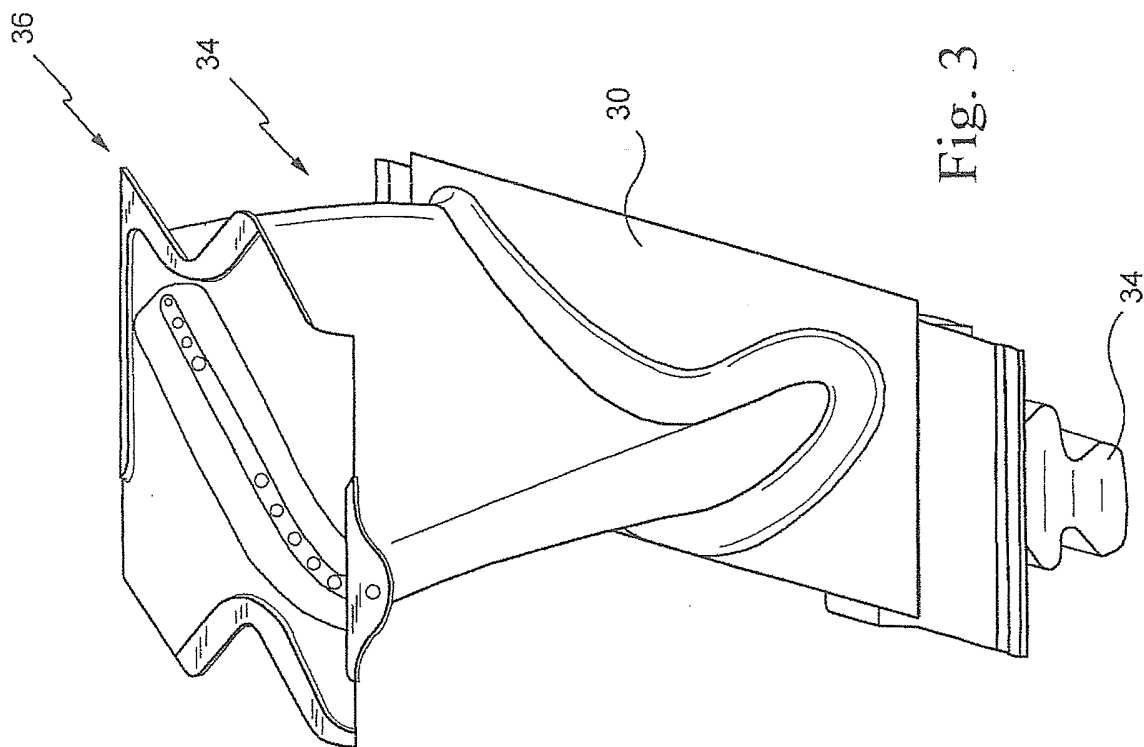


Fig. 3

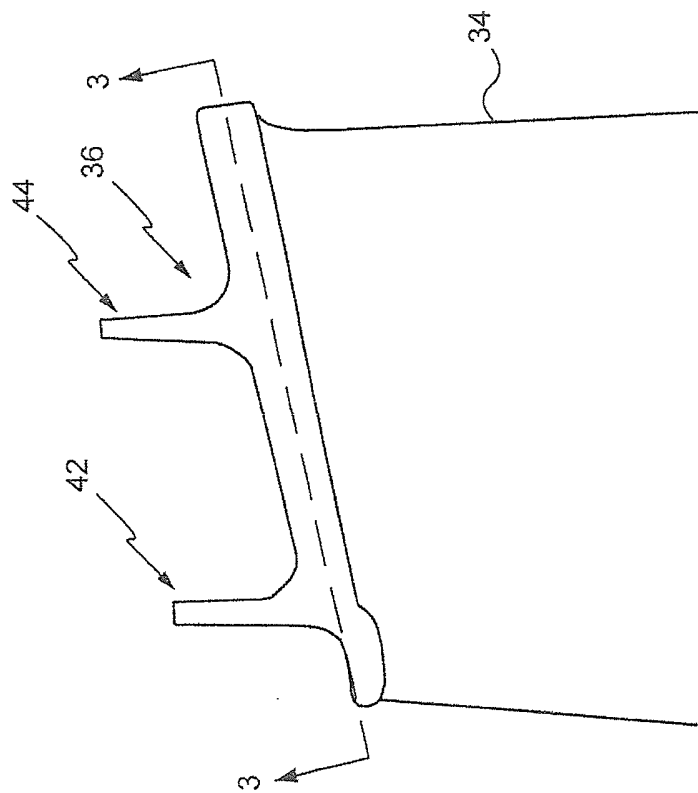


Fig. 2

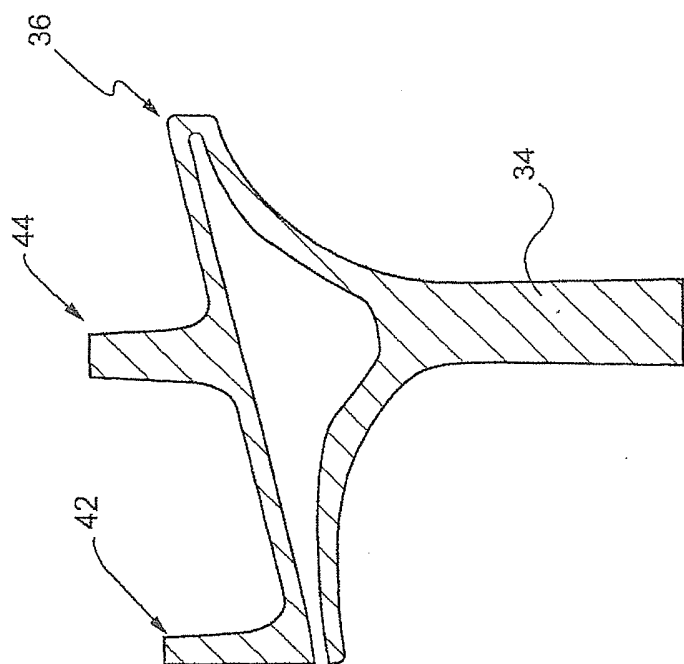


Fig. 5

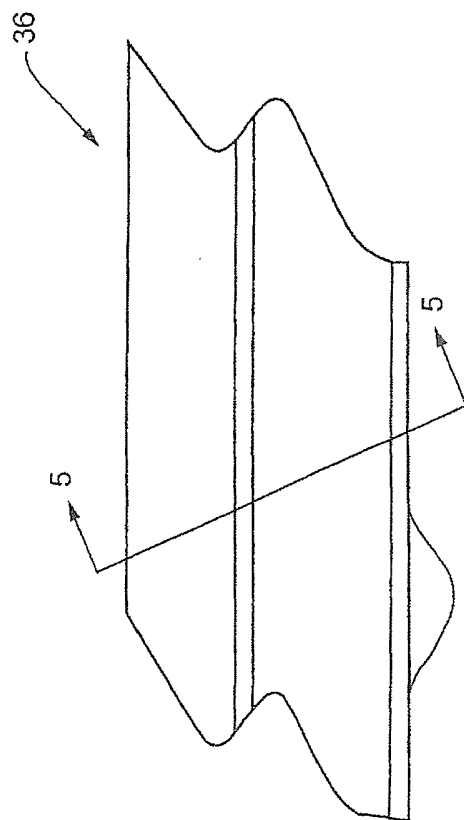


Fig. 4

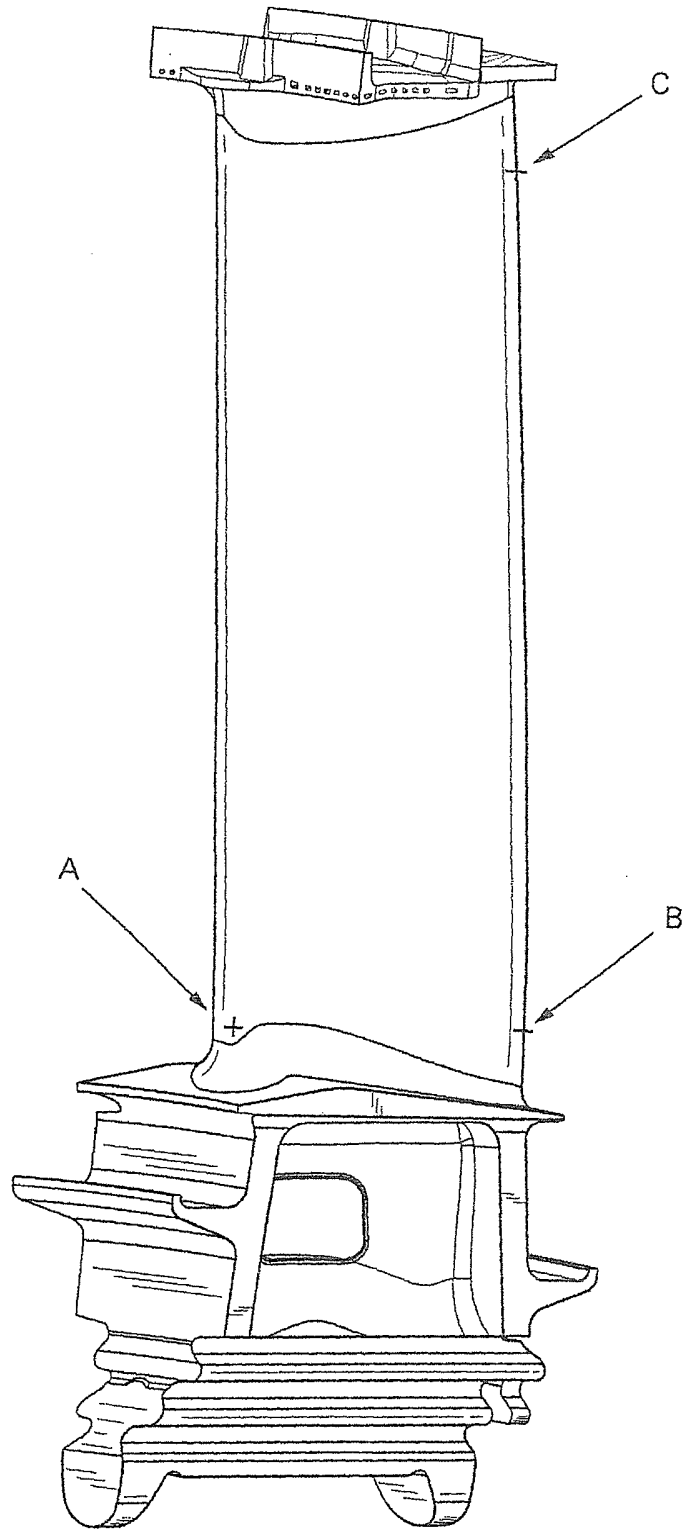


Fig. 6

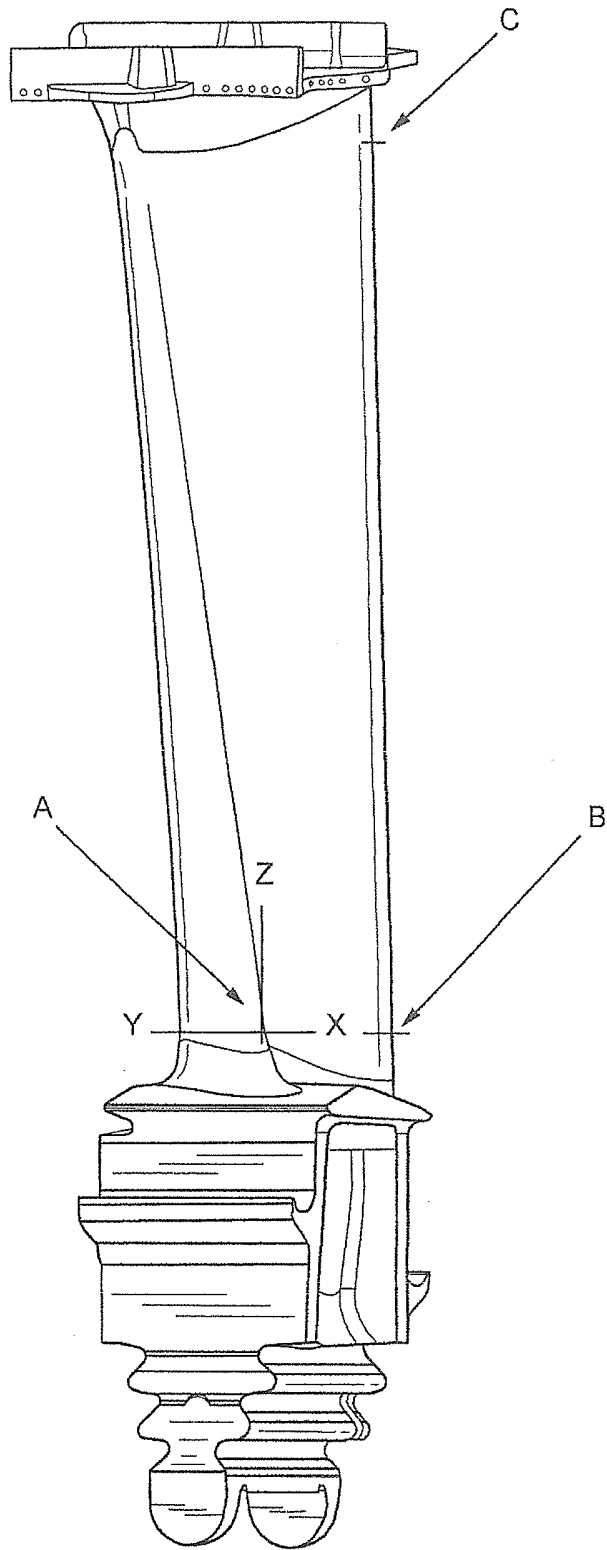


Fig. 7