



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 600 15 233 T2 2005.11.03

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 055 800 B1

(51) Int Cl.⁷: F01D 5/18

(21) Deutsches Aktenzeichen: 600 15 233.2

(96) Europäisches Aktenzeichen: 00 304 259.5

(96) Europäischer Anmeldetag: 19.05.2000

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 29.11.2000

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 27.10.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 03.11.2005

(30) Unionspriorität:
317241 24.05.1999 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

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

(72) Erfinder:
Lee, Ching-Pang, Cincinnati, Ohio 45243, US

(74) Vertreter:
Voigt, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 65239 Hochheim

(54) Bezeichnung: Turbinenschaufel mit interner Kühlung

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich allgemein auf Gasturbinentreibwerke und insbesondere auf innen gekühlte Schaufeln, die in derartigen Triebwerken verwendet werden.

[0002] Gasturbinentreibwerke, wie beispielsweise Flugzeug-Strahltriebwerke, enthalten viele Komponenten (z.B. Turbinen, Verdichter, Bläser und ähnliches), die Schaufeln bzw. stromlinienförmigen Abschnitte verwenden. Stromlinienförmige Turbinenabschnitte, wie beispielsweise Turbinenschaufeln und Düsenschaufeln, die den höchsten Betriebstemperaturen ausgesetzt sind, verwenden üblicherweise eine Innenkühlung, um die Schaufeltemperaturen innerhalb gewisser Arbeitsgrenzen zu halten. Eine Turbinenlaufschaufel beispielsweise hat einen Schaftabschnitt, der an einer umlaufenden Turbinenrotorscheibe befestigt ist, und einen stromlinienförmigen Schaufelabschnitt, der verwendet wird, um aus den heißen Gasen, die den Brenner des Triebwerks verlassen, nutzbare Arbeit zu entziehen. Der stromlinienförmige Abschnitt enthält einen Schaufelfuß, der an dem Schaft befestigt ist, und eine Schaufel spitze, die sich an dem freien Ende von der stromlinienförmigen Schaufel befindet. Üblicherweise wird der stromlinienförmige Abschnitt von der Turbinenlaufschaufel durch Luft gekühlt (normalerweise von dem Verdichter des Triebwerks abgezapft), die durch einen inneren Kreis strömt, wobei die Luft nahe dem Schaufelfuß eintritt und nahe der Schaufel spitze und auch durch Filmkühllöcher nahe der Vorderkante der Schaufel und durch Kühllöcher an der Hinterkante austritt. Bekannte Turbinenschaufel-Kühlkreise enthalten mehrere radial angeordnete Kanäle, die in Reihe verbunden sind, um eine serpentinenförmige Strömungsbahn zu erzeugen, wodurch die Kühleffektivität vergrößert wird, indem die Länge der Kühlmittel-Strömungsbahn verlängert wird. Es ist auch bekannt, zusätzliche, nichtverbundene Kanäle neben dem serpentinenförmigen Kühlkreis vorzusehen.

[0003] Dokumente wie US-5,752,801 und US-5,536,143 zeigen bekannte Turbinenschaufel-Kühlkreise.

[0004] Turbinenlaufschaufeln mit internen Kühlkreisen werden üblicherweise unter Verwendung eines Präzisionsgießverfahrens gefertigt, das üblicherweise als Wachsaußschmelzverfahren bezeichnet wird. Dieses Verfahren beinhaltet, dass ein Keramikkern, der den internen Kühlkreis definiert, in Wachs eingehüllt wird, das zu der gewünschten Konfiguration der Turbinenschaufel geformt ist. Die Wachsanordnung wird dann wiederholt in eine flüssige Keramiklösung eingetaucht, so dass ein harter keramischer Mantel darauf gebildet wird. Als nächstes wird das Wachs aus dem Mantel herausgeschmolzen, so dass die verbleibende Form aus dem internen Keramikkern,

dem externen Keramikmantel und dem Raum dazwischen besteht, der zuvor mit Wachs gefüllt war. Der leere Raum wird dann mit geschmolzenem Metall gefüllt. Nachdem das Metall abkühlt und erstarrt, wird der äußere Mantel aufgebrochen und beseitigt, wobei das Metall freigelegt wird, das die Form von der Leerstelle eingenommen hat, die durch die Beseitigung des Wachses erzeugt ist. Der interne Keramikkern wird durch ein Laugenverfahren aufgelöst. Die Metallkomponente hat nun die gewünschte Form von der Turbinenschaufel mit dem internen Kühlkreis.

[0005] Beim Gießen von Turbinenschaufeln mit serpentinenförmigen Kühlkreisen wird der interne Keramikkern als ein serpentinenförmiges Element gebildet, das eine Anzahl von langen, dünnen Verzweigungen hat. Dies stellt die Herausforderung dar, den Kern genügend fest zu machen, um das Eingießen des Metalls zu überleben, während die strengen Anforderungen zum Positionieren des Kerns beibehalten werden. Ferner können die dünnen Verzweigungen des serpentinenförmigen Kerns eine relative Bewegung erfahren, wenn sie nicht in einer gewissen Art und Weise stabilisiert sind. Deshalb werden Kernbänder (d.h. kleine keramische Stifte, die verschiedene Zweige verbinden) verwendet, um den Kern genau zu positionieren und eine Relativbewegung der Kernzweige zu verhindern, so dass die Dicken der Wände, die benachbarte Kanäle des serpentinenförmigen Kühlkreises trennen, besser gesteuert werden. Nach dem Gießen, wenn sie zusammen mit dem Kern entfernt worden sind, hinterlassen die Kernbänder Löcher in den Wänden. Diese Kernbandlöcher sorgen für eine unerwünschte Strömungsverbindung zwischen benachbarten Kanälen aufgrund der Druckdifferenz, die üblicherweise zwischen den zwei Kanälen besteht. Das heißt, das Kühlfluid in dem einen höheren Druck aufweisenden Kanal strömt durch das Kernbandloch hindurch in den einen niedrigen Druck aufweisenden Kanal. Dies hat eine unerwünschte Kühlströmungsverteilung im Vergleich zu der ursprünglichen Konstruktionsabsicht zur Folge.

[0006] Dementsprechend besteht ein Bedürfnis für eine Turbinenschaufel, in der die Kühlfluidströmung durch Kernbandlöcher minimiert ist.

[0007] Die vorgenannten Bedürfnisse werden durch die vorliegende Erfindung erfüllt, die eine Schaufel bereitstellt, die wenigstens zwei innere Kühlkanäle aufweist, die durch eine Wand mit einem darin ausgebildeten Kernbandloch getrennt sind. Strömungsdeflektoren, die auf der Wand neben dem Loch angeordnet sind, ändern den statischen Druck nahe dem Loch, um die Druckdifferenz über dem Loch zu minimieren. Dies verringert die Strömung des Kühlfluids durch das Kernbandloch.

[0008] Es wird nun ein Ausführungsbeispiel der Er-

findung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0009] [Fig. 1](#) eine longitudinale Querschnittsansicht von einer bekannten Turbinenschaufel ist;

[0010] [Fig. 2](#) eine longitudinale Querschnittsansicht von einem Abschnitt von einer Turbinenschaufel ist, die Strömungsdeflektoren gemäß der vorliegenden Erfindung aufweist.

[0011] In den Zeichnungen, in denen gleiche Bezugszahlen die gleichen Elemente in den verschiedenen Ansichten bezeichnen, zeigt [Fig. 1](#) eine bekannte Rotor- bzw. Laufschaufel **10** von einem Gasturbinentriebwerk, wobei die Schaufel einen hohlen stromlinienförmigen Abschnitt **12** und einen einstückigen Schaft **14** aufweist zum Befestigen des stromlinienförmigen Abschnittes **12** an einer Rotorscheibe (nicht gezeigt) in einer üblichen Art und Weise. Der stromlinienförmige Abschnitt **12** erstreckt sich longitudinal oder radial nach oben von einem Schaufelfuß **16**, der an dem Oberteil von dem Schaft **14** angeordnet ist, bis zu einer Schaufelspitze **18**. Der stromlinienförmige Abschnitt **12** enthält einen internen serpentinengängigen Kühlmittelkreis, der fünf in Reihe verbundene, im Allgemeinen radial verlaufende Kühlmittelkanäle **20–24** aufweist.

[0012] Der erste Kanal **20** empfängt ein Kühlfluid (üblicherweise ein Teil von der relativ kalten verdichtenen Luft, die von dem Verdichter (nicht gezeigt) von dem Gasturbinentriebwerk abgezapft wird) durch den Schaft **14**. Das Kühlmittel wandert radial nach außen durch den ersten Kanal **20**, gelangt in den zweiten Kanal **21** und strömt dann radial nach innen durch den zweiten Kanal **21** hindurch. Von dort gelangt das Kühlfluid in ähnlicher Weise der Reihe nach durch die anderen Kanäle **22–24**, wodurch der stromlinienförmige Abschnitt **12** wegen der Heizwirkung der Verbrennungsgase, die über seine äußeren Oberflächen strömen, gekühlt wird. Das Kühlfluid verlässt den stromlinienförmigen Abschnitt **12** durch eine Öffnung **26** in der Schaufelspitze **18**.

[0013] Der stromlinienförmige Abschnitt enthält zusätzlich zu dem serpentinengängigen Kühlkreis einen Vorderkanten-Kühlmittelkanal **28**. Der Vorderkantenkanal **28** erstreckt sich radial zwischen der Schaufelvorderkante **30** und dem ersten Kanal **20** und ist mit dem serpentinengängigen Kühlkreis nicht verbunden. Es wird eine getrennte Strömung des Kühlfluids durch den Schaft **14** eingeführt. Das Kühlfluid strömt in radialer Richtung durch den Vorderkantenkanal **28** und wird aus dem stromlinienförmigen Abschnitt **12** durch übliche Filmkühllöcher und/oder ein Spaltenloch (nicht gezeigt) ausgestoßen, das durch die äußere Wand des stromlinienförmigen Abschnittes **12** ausgebildet ist. In ähnlicher Weise ist ein radial verlaufender Hinterkanten-Kühlmittelkanal **32** zwischen

der Schaufelhinterkante **34** und dem fünften Kanal **24** des serpentinengängigen Kühlkreises angeordnet. Der Hinterkantenkanal **32** ist ebenfalls nicht mit dem serpentinengängigen Kühlkreis verbunden und empfängt eine weitere getrennte Strömung des Kühlfluids durch den Schaft **14** hindurch. Dieses Kühlfluid strömt in radialer Richtung durch den Hinterkantenkanal **32** und wird teilweise aus dem stromlinienförmigen Abschnitt **12** durch eine übliche Reihe von Hinterkantlöchern und/oder ein Spaltenloch (nicht gezeigt) ausgestoßen. Die Pfeile in [Fig. 1](#) geben die verschiedenen Bahnen der Kühlfluidströmung an.

[0014] Wie in [Fig. 1](#) zu sehen ist, ist jeder der Kanäle **20–24**, **28**, **32** von benachbarten Kanälen durch sechs radial verlaufende Wände **36–41** getrennt. Das heißt, der Vorderkantenkanal **28** und der erste Kanal **20** von dem serpentinengängigen Kühlkreis sind durch eine erste Wand **36** getrennt, der erste Kanal **20** und der zweite Kanal **21** sind durch eine zweite Wand **37** getrennt, und so weiter. Wenigstens einige der Wände **36–41** haben ein Kernbandloch **42**, das darin aufgrund der Verwendung von Kernbändern in dem Gießverfahren gebildet sind. Genauer gesagt, die bekannte Schaufel **10** gemäß [Fig. 1](#) hat Kernbandlöcher **42**, die in der ersten Wand **36**, der dritten Wand **38**, der fünften Wand **40** und der sechsten Wand **41** ausgebildet sind, obwohl andere Konfigurationen möglich sind, was davon abhängt, wie die Kernbänder während des Gießverfahrens verwendet werden. Kernbandlöcher, die häufig einen elliptischen Querschnitt haben, haben üblicherweise einen äquivalenten Durchmesser von etwa 30–100 Mils.

[0015] Jedes Kernbandloch **42** sorgt für eine unerwünschte Strömung des Kühlfluids zwischen den benachbarten Kanälen, die es verbindet, wenn eine Druckdifferenz zwischen den zwei Kanälen besteht. Die Kanäle **20–24** des serpentinengängigen Kühlkreises haben im Allgemeinen Druckdifferenzen, weil der Druck die Tendenz hat, entlang der serpentinengängigen Strömungsbahn abzunehmen aufgrund von Reibungs- und Wendeverlusten, wenn das Kühlfluid in nachfolgende Kanäle strömt. Somit ist der Druck in dem ersten Kanal **20** größer als der Druck in dem zweiten Kanal **21**, der seinerseits größer als der Druck in dem dritten Kanal **22** ist und so weiter bis zum fünften Kanal **24**, der den kleinsten Druck hat. Die Drücke in dem Vorderkantenkanal **28** und dem Hinterkantenkanal **32** werden im wesentlichen gleich dem Druck in dem ersten Kanal **20** sein, weil jeder dieser Kanäle direkt mit dem Eingang des Kühlfluids durch den Schaft **14** verbunden ist. Dementsprechend wird der Druck in dem fünften Kanal **24** kleiner als der Druck in dem Hinterkantenkanal **32** sein.

[0016] Wegen dieser Druckdifferenzen wird Kühlfluid von dem zweiten Kanal **21** zu dem dritten Kanal **22** durch das Kernbandloch **42** in der dritten Wand **38** strömen, von dem vierten Kanal **23** zu dem fünften

Kanal **24** durch das Kernbandloch **42** in der fünften Wand **40** strömen und von dem Hinterkantenkanal **32** zu dem fünften Kanal **24** durch das Kernbandloch **42** in der sechsten Wand **41** strömen. Die Strömung des Kühlfluids durch die Kernbandlöcher **42** erzeugt eine unerwünschte Kühlströmungsverteilung. Das Kühlfluid wird im Allgemeinen nicht durch das Kernbandloch **42** in der ersten Wand **36** strömen, weil die Drucke in dem Vorderkantenkanal **28** und dem ersten Kanal **20** im wesentlichen gleich sind.

[0017] Es wird nun auf [Fig. 2](#) Bezug genommen, in der eine Turbinenschaufel **110** gezeigt ist, in der die Kühlfluidströmung durch die Kernbandlöcher minimiert ist. Lediglich zu Darstellungszwecken hat die Schaufel **110** die gleiche Kühlkreiskonfiguration wie die Schaufel **10** in [Fig. 1](#). Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung auf Turbinenschaufeln mit jedem Typ von Kühlkreiskonfiguration anwendbar ist, die Kernbandlöcher enthält. Weiterhin wird aus der folgenden Beschreibung deutlich, dass die Erfindung nicht auf Turbinenschaufeln beschränkt ist und mit anderen Typen von stromlinienförmigen Komponenten verwendet werden könnte, wie beispielsweise Turbinendüsen.

[0018] Dementsprechend hat die Schaufel **110** einen hohlen stromlinienförmigen Abschnitt **112** und einen einstückigen Schaft (in [Fig. 2](#) nicht gezeigt, aber im wesentlichen identisch mit dem Schaft **14** in [Fig. 1](#)). Der stromlinienförmige Abschnitt **112** enthält einen serpentinenförmigen Kühlkreis mit fünf in Reihe verbundenen, im Allgemeinen radial verlaufenden Kühlmittelkanälen **120–124**, einem Vorderkanten-Kühlmittelkanal **128**, der sich radial zwischen der Schaufelvorderkante **130** und dem ersten Kanal **120** erstreckt, und einem radial verlaufenden Hinterkanten-Kühlmittelkanal **132**, der zwischen der Schaufelhinterkante **134** und dem fünften Kanal **124** angeordnet ist. Die Kanäle **120–124**, **128**, **132** werden mit Kühlfluid durch den Schaft der Schaufel **110** hindurch in der gleichen Art und Weise versorgt, wie es oben in Bezug auf die bekannte Schaufel **10** beschrieben ist. Jeder der Kanäle **120–124**, **128**, **132** ist von benachbarten Kanälen durch sechs radial verlaufende Wände **136–141** getrennt. Ein Kernbandloch **142** ist in der ersten Wand **136**, der dritten Wand **138**, der fünften Wand **140** und der sechsten Wand **141** gebildet, obwohl andere Konfigurationen in Abhängigkeit davon möglich sind, wie die Kernbänder während des Gießverfahrens gezogen sind.

[0019] Die vorliegende Erfindung verwendet mehrere Strömungsdeflektoren **144**, die lokale Drucke um die Kernbandlöcher **142** herum ändern, um so die Kühlfluidströmung durch die Kernbandlöcher **142** hindurch zu verringern. Da Kernbandlöcher senkrecht zur Richtung der Strömung in den Kanälen ist, besteht die unerwünschte Strömung von Kühlfluid durch diese Löcher in üblichen stromlinienförmigen

Schaufelabschnitten nur aufgrund von Differenzen im statischen Druck. Somit sind die Deflektoren **144**, die vorzugsweise integrale Teile des Gussstückes sind, auf den Trennwänden angeordnet, um so einen günstigen Einfluss auf den statischen Druck in der Nähe der Kernbandlöcher **142** zu haben. Genauer gesagt, die Deflektoren **144** minimieren die Druckdifferenz über den Kernbandlöchern **142**.

[0020] Im allgemeinen hat jedes Kernbandloch **142** zwei Deflektoren **144**, die diesem zugeordnet sind. Bezüglich des Kernbandloches **142** in der dritten Wand **138**, die die zweiten und dritten Kanäle **121**, **122** trennt, ist der eine Deflektor **144** in dem zweiten Kanal **121** neben und stromaufwärts von dem Kernbandloch **142** angeordnet, und der andere Deflektor **144** ist in dem dritten Kanal **122** neben und stromabwärts von dem Kernbandloch **142** angeordnet. Da er stromaufwärts von dem Kernbandloch **142** in dem zweiten Kanal **121** angeordnet ist, der der Kanal mit dem höheren Druck ist, beschleunigt der Deflektor **144** die Strömung an diesem Punkt und verkleinert dadurch den lokalen statischen Druck an dem Kernbandloch **142** in dem zweiten Kanal **121**. Umgekehrt erzeugt der Deflektor **144** in dem einen kleineren Druck aufweisenden dritten Kanal **122**, der stromabwärts von dem Kernbandloch **142** angeordnet ist, einen kleinen Stagnationspunkt, um so einen gewissen Teil des statischen Druckes "einzufangen" und den lokalen statischen Druck an dem Kernbandloch **142** in dem dritten Kanal **122** zu erhöhen. Indem der lokale statische Druck in dem einen höheren Druck aufweisenden zweiten Kanal **121** gesenkt wird und der lokale statische Druck in dem einen kleineren Druck aufweisenden dritten Kanal **122** erhöht wird, wird die statische Druckdifferenz über dem Kernbandloch **142** minimiert, was wiederum die Strömung des Kühlfluids durch das Kernbandloch **142** minimiert.

[0021] Die vorliegende Erfindung ist sowohl auf Ge genströmungskanäle, wie die zweiten und dritten Kanäle **121**, **122**, als auch Parallelströmungskanäle anwendbar. Somit sind die Deflektoren **144**, die dem Kernbandloch **142** in der fünften Wand **140** zugeordnet sind, die die eine entgegengesetzte Strömung aufweisenden vierten und fünften Kanäle **123**, **124** trennt, ähnlich im Erscheinungsbild zu den Deflektoren **144** des Kernbandloches **142** in der dritten Wand **138**, da die Deflektoren **144** von jedem Satz an der gleichen radialen Position angeordnet sind. Allerdings sind die Deflektoren **144**, die dem Kernbandloch **142** in der sechsten Wand **141** zugeordnet sind, die die eine parallele Strömung aufweisenden fünften und Hinterkanten-Kanäle **124**, **132** trennt, an unterschiedlichen radialen Positionen angeordnet. Dieser Unterschied besteht aufgrund der Tatsache, dass der fünfte Kanal **124** und der Hinterkanten-Kanal **132** parallele Strömungen haben. Das heißt, der Deflektor **144** in dem einen höheren Druck aufweisenden Kanal, dem Hinterkantenkanal **132**, ist stromaufwärts

von dem Kernbandloch **142** angeordnet, und der Deflektor **144** in dem einen kleineren Druck aufweisenden fünften Kanal **124** ist stromabwärts von dem Kernbandloch **142** angeordnet. Aufgrund der parallelen Strömung sind die zwei Deflektoren **144** auf radial gegenüberliegenden Seiten von dem Kernbandloch **142** angeordnet. Trotz dieses Unterschiedes arbeiten die Deflektoren **144**, die auf der sechsten Wand **141** angeordnet sind, in der gleichen Art und Weise wie die anderen Deflektoren. Genauer gesagt, der Deflektor **144** in dem einen höheren Druck aufweisenden Hinterkantenkanal **132** beschleunigt die Strömung, um so den lokalen statischen Druck an dem Kernbandloch **142** in dem Hinterkantenkanal **132** zu senken. Der Deflektor **144** in dem einen kleineren Druck aufweisenden fünften Kanal **124** erzeugt einen kleinen Stagnationspunkt, wodurch der lokale statische Druck an dem Kernbandloch **142** in dem fünften Kanal **124** erhöht wird. Demzufolge wird die Strömung des Kühlfluids durch das Kernbandloch **142** hindurch vermindert, weil die statische Druckdifferenz über dem Kernbandloch **142** minimiert ist.

[0022] Das Kernbandloch **142** in der ersten Wand **136**, die den Vorderkantenkanal **128** von dem ersten Kanal **120** trennt, hat keine zugeordneten Deflektoren, weil der erste und der Vorderkantenkanal **120**, **128** im wesentlichen gleiche Drucke haben.

[0023] Wie in [Fig. 2](#) zu sehen ist, haben die Deflektoren **144** vorzugsweise eine Form, in der die eine Seite eine schräge Fläche darstellt und die andere Seite mehr stumpf ist. Diese Konfiguration erleichtert nicht nur das Gießen der Deflektoren **144**, sondern sie verbessert auch die beabsichtigte Funktion der Deflektoren **144** wie folgt. Die Deflektoren **144** sind in den einen höheren Druck aufweisenden Kanälen so angeordnet, dass die geneigte Seite zur Strömung gerichtet ist (d.h. sie ist stromaufwärts gerichtet). Auf diese Weise sind die Deflektoren **144** in der Lage, die Strömung zu beschleunigen, ohne einen übermäßigen Druckabfall über die gewünschte Änderung in dem lokalen statischen Druck hinaus zu bewirken. Die Deflektoren **144** sind in den einen kleineren Druck aufweisenden Kanälen so angeordnet, dass die stumpfe Seite auf die Strömung gerichtet ist (d.h. sie ist stromaufwärts gerichtet), um so für einen ausreichenden Stagnationspunkt zu sorgen.

[0024] Die Deflektoren **144** sind in der Größe so bemessen, dass sie ihre beabsichtigte Funktion ausführen, ohne die Kühlströmung nachteilig zu beeinflussen. Vorzugsweise haben die Deflektoren **144** eine "Höhe" (d.h. die Strecke, die ein Deflektor von der Wand vorsteht, auf der er angeordnet ist), die im wesentlichen gleich dem Durchmesser des zugeordneten Kernbandloches **142** ist. Dies setzt jedoch voraus, dass die Deflektoren **144** vorzugsweise weniger als 20% von der Strömungsfläche, und noch bevorzugter weniger als 10% der Strömungsfläche, blo-

ckieren.

[0025] Vorstehend wurde eine Turbinenschaufel beschrieben, in der die Kühlfluidströmung durch Kernbandlöcher minimiert ist.

Patentansprüche

1. Schaufel enthaltend:
erste und zweite Kühlkanäle (**120–124; 128, 132**), die durch eine Wand (**136–141**) getrennt sind, die wenigstens ein darin ausgebildetes Loch (**142**) aufweist, wobei das Loch durch ein Kernband gebildet ist, das während des Giessens der Schaufel benutzt ist, und gekennzeichnet durch:
Mittel zum Ändern des lokalen statischen Druckes neben dem Loch, um so die Druckdifferenz über dem Loch zu minimieren, wobei die Änderungsmittel einen Deflektor (**144**) aufweisen, der auf der Wand (**136–141**) neben dem Loch (**142**) angeordnet ist.
2. Schaufel nach Anspruch 1, wobei der Deflektor (**144**) stromaufwärts von dem Loch (**142**) angeordnet ist.
3. Schaufel nach Anspruch 1, wobei der Deflektor (**144**) stromabwärts von dem Loch (**142**) angeordnet ist.
4. Schaufel (**112**) nach Anspruch 1, wobei ferner ein zweiter Deflektor (**144**) vorgesehen ist, der auf der Wand (**136–141**) neben dem Loch (**142**) angeordnet ist, und wobei der erste Deflektor (**144**) in dem ersten Kanal (**120–124; 128, 132**) angeordnet ist und der zweite Deflektor (**144**) in dem zweiten Kanal (**120–124; 128, 132**) angeordnet ist.
5. Schaufel (**112**) nach Anspruch 4, wobei der erste Kanal (**120–124; 128, 132**) einen grösseren Druck hat als der zweite Kanal (**120–124; 128, 132**).
6. Schaufel (**112**) nach Anspruch 5, wobei der erste Deflektor (**144**) stromaufwärts von dem Loch (**142**) angeordnet ist und der zweite Deflektor (**144**) stromabwärts von dem Loch (**142**) angeordnet ist.
7. Schaufel (**112**) nach Anspruch 5, wobei sowohl der erste Deflektor (**144**) als auch der zweite Deflektor (**144**) eine geneigte Seite und eine stumpfe Seite haben, wobei der erste Deflektor (**144**) derart angeordnet ist, dass seine geneigte Seite stromaufwärts gerichtet ist, und der zweite Deflektor (**144**) derart geformt ist, dass seine stumpfe Seite stromaufwärts gerichtet ist.
8. Schaufel (**112**) nach Anspruch 1, wobei der Deflektor (**144**) eine Höhe hat, die etwa gleich einem Lochdurchmesser ist.
9. Schaufel (**112**) nach Anspruch 1, wobei der

erste Kanal (**120–124; 128, 132**) einen grösseren Druck als der zweite Kanal (**120–124; 128, 132**) hat und die Mittel zum Ändern des lokalen statischen Druckes einen ersten Deflektor (**144**), der in dem ersten Kanal (**120–124; 128, 132**) neben und stromaufwärts von dem Loch (**142**) angeordnet ist, und einen zweiten Deflektor (**144**) aufweisen, der in dem zweiten Kanal (**120–124; 128, 132**) neben und stromabwärts von dem Loch (**142**) angeordnet ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

