



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 02 810 B4 2004.05.06

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 102 02 810.9
(22) Anmeldetag: 25.01.2002
(43) Offenlegungstag: 14.08.2003
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 06.05.2004

(51) Int Cl.7: F01D 5/20
F01D 11/12

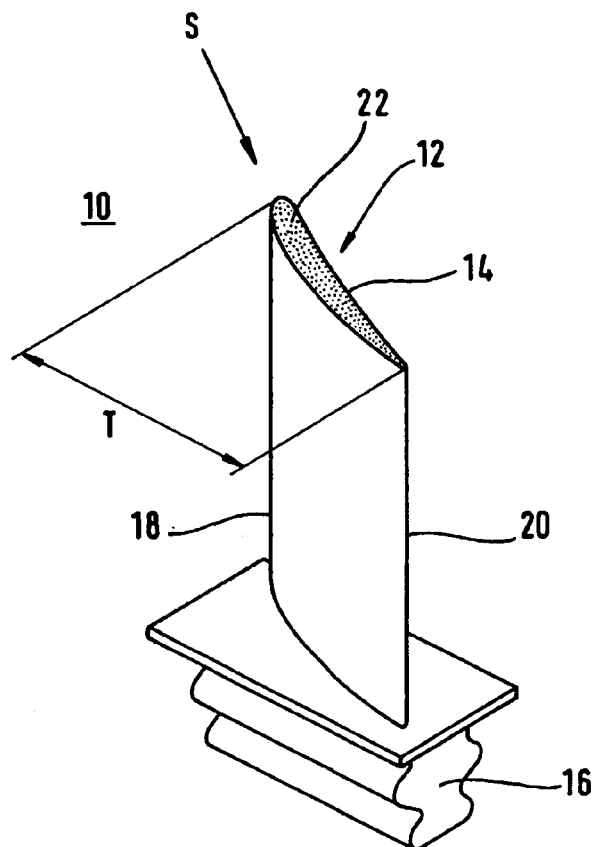
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(72) Erfinder:
Peichl, Lothar, Dr., 85221 Dachau, DE; Grunke,
Richard, 85716 Unterschleißheim, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 34 01 742 C2
DE 44 36 186 A1
US 48 02 828

(54) Bezeichnung: Turbinenlaufschaufel für den Läufer eines Gasturbinenriebwerks

(57) Hauptanspruch: Gasturbinenlaufschaufel (10) für einen Läufer eines Gasturbinenriebwerks, der in einem Gehäuse drehbar gelagert ist, welche eine Schaufelspitze (12), und eine in Strömungsrichtung (S) stromaufwärts angeordnete Eintrittskante (18) und eine stromabwärts angeordnete Austrittskante (20) aufweist, mit einem Schaufelprofil (14), das parallel zur Strömungsrichtung (S) eine Profiltiefe (T), und parallel zur Laufrichtung (L) der Turbinenlaufschaufel (10) eine Profildicke (D) besitzt, und mit einer auf die Schaufelspitze (12) aufgetragenen Abrasivbeschichtung (22), die entlang der Profiltiefe (T) eine der Profildicke (D) entsprechende wirksame Länge (D_A) hat, wobei die Schaufelspitze (12) mit ihrer Abrasivbeschichtung (22) im Betrieb eine Abriebbeschichtung streifen kann, die in das umgebende Gehäuse eingebracht ist, und wobei die mit der Abriebbeschichtung in Kontakt kommende Abrasivbeschichtung (22) auf der Schaufelspitze (12) entlang der Profiltiefe (T), eine wirksame Länge (D_A) aufweist, die stets größer, mindestens aber gleich groß einem vorgegebenen Mindestmaß ($D_{A,min}$) ist, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Profiltiefe (T) die Überschreitung des vorgegebenen...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gasturbinenlaufschaukel für den Läufer eines Gasturbinenriebwerks.

[0002] Um unerwünschte, den Wirkungsgrad von Gasturbinenriebwerken beeinflussende Spaltverluste gering zu halten, ist es erforderlich, den Spalt zwischen den hohtourig drehenden Laufschaukeln und dem sie umgebenden Gehäuse möglichst dauerhaft gering zu halten.

[0003] Das Spaltmaß dieser Spalte ist bekanntlich nicht konstant, sondern unterliegt während den unterschiedlichen Betriebsphasen des Gasturbinenriebwerks Veränderungen. So erfahren u. a. die Laufschaukeln unter hohen Betriebsbelastungen aufgrund der thermischen Beanspruchung und der wirkenden Zentrifugalkraft eine Streckung in radiale Richtung. Das die Laufschaukeln umgebende Gehäuse weist zudem eine unterschiedliche thermische Reaktionscharakteristik auf. Dies alles führt zu den zu beobachtenden Veränderungen des Spaltmaßes.

[0004] Um diesen unterschiedlichen thermischen Reaktionscharakteristiken von Gasturbinenlaufschaukeln und umgebendem Gehäuse und der Forderung nach geringem Spaltmaß zwischen den Schaukelspitzen und dem Gehäuse Rechnung tragen zu können, ist es bekannt zwischen den Schaukelspitzen der Laufschaukeln und dem umgebenden Gehäuse einen "Kontakt" zuzulassen. Um hierbei Beschädigungen der Schaukelspitzen der Laufschaukeln und des umgebenden Gehäuses auszuschließen, ist auf die Schaukelspitzen der Laufschaukeln eine so genannte Abrasivbeschichtung aufgebracht, während das umgebende Gehäuse mit einer entsprechenden Abriebbeschichtung ausgekleidet ist.

[0005] Beim Anstreifen der Schaukelspitze an die in das umgebende Gehäuse eingebrachte Abriebbeschichtung schneiden bzw. reiben nun die auf die Schaukelspitze aufgetragenen Abrasivpartikel in die Abriebbeschichtung und tragen diese ab. Mit dem Abrieb der Abriebbeschichtung ist auch gleichzeitig ein gewisser Verschleiß der Abrasivbeschichtung verbunden.

[0006] Der Verschleiß der auf die Schaukelspitzen der Laufschaukeln aufgetragenen Abrasivbeschichtung hängt von einer Vielzahl von Faktoren, wie z. B. Materialpaarungen, Temperatur, Drehzahlen u. a., ab.

[0007] Ein schneller Verschleiß der Abrasivbeschichtung erweist sich als nachteilig, da dies einerseits zu einer Spaltvergrößerung zwischen Schaukelspitze und umgebendem Gehäuse führt, was, wie bereits ausgeführt, Wirkungsgradverluste zur Folge hat. Andererseits bedeutet der vorzeitige Verschleiß der Abrasivbeschichtung auch, dass die Schaukelspitzen der Laufschaukeln selbst einem vorzeitigen Verschleiß unterliegen, also praktisch abgeschliffen werden, was wiederum aufwendige Reparaturen der Schaukelspitzen und eine Verkürzung der Lebensdauer des Gasturbinenriebwerks nach sich zieht.

[0008] Aus der DE 44 36 186 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Reduzieren von Spannungen an der Spitze von Turbinen- oder Kompressor-schaukeln bekannt. In dieser Schrift wird vorgeschlagen, die Schaukelspitzen am gesamten Profillumfang, ggf. mit Ausnahme der Profilenden, anzufasen, wodurch die effektive Spitzenbreite zumindest auf einem Großteil der Profillänge reduziert wird. Im Hinblick auf eine an der Schaukelspitze vorhandene Abrasivbeschichtung hat dies zur Folge, dass auch deren Breite in Drehrichtung größtenteils reduziert wird, so dass deren Belastung und Verschleiß steigen.

[0009] Die DE 34 01 742 C2 schützt einen Rotor für einen Axialverdichter, bei dem wenigstens eine Laufschaukel eines Laufschaukelkranzes eine deckbandartig verbreiterte Schaukelspitze mit einer Abrasivbeschichtung aufweist. Die Verbreiterung besitzt über die gesamte Profiltiefe ein konstantes Breitenmaß in Drehrichtung, wobei die wirksame Spitzenfläche parallelogramm- bzw. rechteckförmig ist. Dies führt zu einer sehr verschleißfesten Abrasivspitze, die härtere, beständigere Einlaufbeläge am Gehäuse zulässt. Der Großteil der Laufschaukeln soll mit konventionellen, schmalen Spitzen ausgestattet sein. Die hier gezeigte, parallelogramm- bzw. rechteckförmige, deckbandartige Spitzenverbreiterung hat die Nachteile, dass sie relativ voluminös und schwer ist und somit die Aerodynamik und die mechanische Schaukelbelastung ungünstig beeinflusst. Außerdem ist die Breite in Drehrichtung größer als im Hinblick auf Verschleißfestigkeit erforderlich.

[0010] Die US-PS 4 802 828 schützt eine Laufschaukel mit einer teils metallischen, teils keramischen Abrasivbeschichtung. Die Beschichtung ist zur besseren Verankerung an der Schaukelspitze zumindest über einen Teil ihres Umfangs mit einer metallischen Wand eingefasst, vorzugsweise in Form einer Verlängerung der Schaukelwand. Dies ist konstruktiv aufwändig und nur bei Schaukeln mit erheblicher Profildicke realisierbar, d.h. in der Regel nicht bei Verdichterslaufschaukeln.

[0011] Ausgehend von diesen Erkenntnissen liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, hier Abhilfe zu schaffen durch eine neue Gestaltung der Schaukelspitzen der Laufschaukeln eines Gasturbinenriebwerks, um den Verschleiß der Abrasivbeschichtung auf den Schaukelspitzen, insbesondere im Bereich der Eintritts- und Austrittskante der Schaukelspitzen, zu minimieren.

[0012] Diese Aufgabe ist alternativ nach den Merkmalen der Patentansprüche 1,2 oder 3 gelöst. Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0013] Durch die Maßnahmen nach der Erfindung wird entlang der Profiltiefe T an der Schaukelspitze der Gasturbinenlaufschaukel die mit der Abriebbeschichtung in Kontakt kommende wirksame Länge D_A der Abrasivbeschichtung auf der Schaukelspitze, insbesondere im Bereich der Eintritts- und Austrittskante, stets größer, mindestens aber gleich groß ei-

nem vorgegebenen Mindestmaß $D_{A,min}$ gehalten.

[0014] Untersuchungen haben gezeigt, dass bei ansonsten konstanten Bedingungen, wie Materialpaarungen, Temperatur, Drehzahl u. ä. die wirksame Länge D_A der Abrasivbeschichtung auf der Schaufelspitze der Laufschaufel eine kritische Größe für das Auftreten und das Ausmaß des zu beobachtenden Verschleiß der Abrasivbeschichtung auf der Schaufelspitze darstellt.

[0015] Die wirksame Länge D_A der Abrasivbeschichtung entspricht dabei der parallel zur Laufrichtung L der Laufschaufel gemessenen Profildicke D der Schaufelspitze.

[0016] Weist die Schaufelspitze Zonen auf, die keine Abrasivbeschichtung tragen, z. B. Vertiefungen für Schaufelkühlung (Kühlluftbohrungen oder so genannte Schaufelkrone), so addiert sich die wirksame Länge D_A der Abrasivbeschichtung aus den entsprechenden, mit Abrasivbeschichtung versehenen, Teillängen.

[0017] Entsprechend der Geometrie des Schaufelprofils variiert die Profildicke D des Schaufelprofils und somit die wirksame Länge D_A der auf die Schaufelspitze aufgetragenen Abrasivbeschichtung. Tendenziell verkürzt sich die wirksame Länge D_A der Abrasivbeschichtung auf der Schaufelspitze im Bereich der Eintritts- und Austrittskante.

[0018] Unterschreitet die wirksame Länge D_A der Abrasivbeschichtung und somit die Profildicke D an der Schaufelspitze ein bestimmtes Maß, im folgenden auch $D_{A,min}$ bezeichnet, so sind verstärkte Verschleißerscheinungen der Abrasivbeschichtung zu beobachten.

[0019] Der erhöhte Verschleiß der Abrasivbeschichtung bei einer geringen wirksamen Länge D_A der Abrasivbeschichtung ist theoretisch wie folgt zu erklären: jeder abtragende Punkt der Abrasivbeschichtung, z. B. jedes Abrasivpartikel, erbringt eine gewisse Abtragsleistung in der Abriebbeschichtung (Liner) und unterliegt dafür selbst einem gewissen Verschleiß (Eigenverschleiß). Je weniger abtragende Punkte nun – bezogen auf die Laufrichtung L der Gasturbinenlaufschaufel – hintereinander liegen, d. h. je kürzer die Profildicke D und damit die wirksame Länge D_A der Abrasivbeschichtung ist, desto höher wird die individuelle Abtragsleistung, die der einzelne Punkt zu erbringen hat und damit auch der Eigenverschleiß.

[0020] Versuche haben ferner gezeigt, dass im Bereich der Eintritts- und Austrittskante ein erhöhter Verschleiß der Abrasivbeschichtung zu beobachten ist.

[0021] Wegen der Abhängigkeit von vielen turbinenspezifischen Parametern, ist $D_{A,min}$ ebenfalls keine feste Größe, sondern ergibt sich für jede Gasturbinenauslegung neu. Da an der Eintritts- und Austrittskante die Profildicke D und somit auch die wirksame Länge D_A der Abrasivbeschichtung geometriebedingt sehr klein ist, wird $D_{A,min}$ in diesen Bereichen bevorzugt unterschritten.

[0022] Bei einem gut funktionierenden System aus Schaufelspitze mit Abrasivbeschichtung und umgebender Abriebbeschichtung (Liner) ist daher der Abtrag der Abriebbeschichtung (Liner) deutlich größer als der vorzeitige, ungewollte und unerwünschte Verschleiß der Abrasivbeschichtung.

[0023] Die Realisierung der Überschreitung des vorgegebenen Mindestmaßes $D_{A,min}$ der wirksamen Länge D_A der Abrasivbeschichtung auf der Schaufelspitze entlang der Profiltiefe T durch je eine Abflachung im Bereich der Eintritts- und der Austrittskante parallel zur Laufrichtung L der Gasturbinenlaufschaufel hat den Vorteil, dass jede dieser Abflachungen auf einfache Art und Weise hergestellt werden kann, so dass das Einschneiden der Schaufelspitze in die Abriebbeschichtung (Liner) entlang der Profiltiefe T erst ab einer wirksamen Länge $D_A \geq D_{A,min}$ erfolgt. Somit ist sichergestellt, dass die verschleißanfälligen Bereiche um die Eintritts- und Austrittskante, die entsprechend dem Schaufelprofil geometriebedingt nur eine kurze wirksame Länge D_A aufweisen, nicht mit der Abriebbeschichtung (Liner) in Kontakt kommen. Der vorzeitige und unerwünschte Verschleiß der Abrasivbeschichtung im Bereich der Eintritts- und Austrittskante und somit auch der Verschleiß der Schaufelspitze selbst wird also nunmehr erfolgreich verhindert.

[0024] Die nach einer alternativen Ausführungsform der Erfindung realisierte Überschreitung des vorgegebenen Mindestmaßes $D_{A,min}$ der wirksamen Länge D_A der Abrasivbeschichtung auf der Schaufelspitze entlang der Profiltiefe T durch das Vorsehen von in Laufrichtung L der Laufschaufel lokal begrenzten Deckbändern (microshrouds) beiderseits, d. h. druck- und saugseitig im Bereich der Eintrittskante und der Austrittskante hat den Vorteil, dass mit Hilfe dieser Deckbänder auf eine einfache Art und Weise in diesen Bereichen eine Verbreiterung der Profildicke D an der Schaufelspitze erfolgt, was einer entsprechenden Erhöhung der wirksamen Länge D_A entspricht. Auch durch diese Maßnahme ist ein vorzeitiger Verschleiß ausgeschlossen.

[0025] Gemäß einer weiteren Alternativlösung sind die Deckbänder nicht nur auf die Bereiche um die Eintritts- und Austrittskante beschränkt, sondern als der Kontur des Schaufelprofils beiderseits mit etwa konstantem Überstand folgende und in Laufrichtung L der Turbine lokal begrenzte Deckbänder (microshrouds) ausgeführt. Durch die Anpassung an die Profilkontur werden unnötige Volumina und Massen vermieden.

[0026] Sind auf der Schaufelspitze Deckbänder vorgesehen, so ist die Abrasivbeschichtung vorzugsweise auf die Deckbänder aufgebracht.

[0027] Die Forderung, dass auf der Schaufelspitze für die wirksame Länge D_A der Abrasivbeschichtung stets $D_A \geq D_{A,min}$ gilt, ist auch durch eine Kombination der bereits geschilderten Maßnahmen realisierbar, d. h. eine Kombination aus in Laufrichtung lokal begrenzten Deckbändern (microshrouds) und Abflachungen.

[0028] Die Erfindung ist nachfolgend anhand dreier in der Zeichnung mehr oder minder schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele beschrieben. Es zeigen:

[0029] **Fig. 1** eine perspektivische Darstellung einer Gasturbinenlaufschaufel mit einer auf die Schaufelspitze aufgetragenen Abrasivbeschichtung;

[0030] **Fig. 2** eine vergrößerte Darstellung des Profils der Laufschaufel aus **Fig. 1**;

[0031] **Fig. 3** eine vergrößerte Darstellung der Abrasivbeschichtung anhand einer Schnittdarstellung parallel zur Laufrichtung L des Profils aus **Fig. 2**;

[0032] **Fig. 4** die Bestimmung der wirksamen Länge der Abrasivbeschichtung an einer Schaufelspitze mit Schaufelkrone;

[0033] **Fig. 5** das Profil einer Schaufelspitze mit den erfindungsgemäßen Abflachungen im Bereich der Eintritts- und Austrittskante;

[0034] **Fig. 6** ein weiteres Profil einer Schaufelspitze mit an der Eintritts- und Austrittskante vorliegenden Deckbänder und

[0035] **Fig. 7** eine Kombination von der Kontur des Schaufelprofils beiderseits folgenden Deckbändern und Abflachungen an der Eintritts- und Austrittskante bei einem weiteren Profil einer Schaufelspitze,

[0036] **Fig. 8** eine Teilansicht der Abflachung im Bereich der Eintrittskante gemäß **Fig. 5**.

[0037] **Fig. 1** zeigt schematisch eine Gasturbinenlaufschaufel **10** für einen Läufer eines Gasturbinenriebwerks. Der Läufer und das Gasturbinenriebwerk sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

[0038] Die Gasturbinenlaufschaufel **10** weist eine Schaufelspitze **12** mit einem Schaufelprofil **14**, einen Schaufelfuß **16**, in Strömungsrichtung S stromaufwärts eine Eintrittskante **18** sowie in Strömungsrichtung S stromabwärts eine Austrittskante **20** auf. An der Schaufelspitze **12** hat das Schaufelprofil **14** parallel zur Strömungsrichtung S eine Profiltiefe T.

[0039] Auf die Schaufelspitze **12** ist eine Abrasivbeschichtung **22** aufgebracht. Die Abrasivbeschichtung **22** kann im Betrieb über eine so genannte Abriebbeschichtung mit einem umgebenden Gehäuse des Gasturbinenriebwerks in "Kontakt" kommen. Das Gehäuse als auch die Abriebbeschichtung sind hier nicht dargestellt.

[0040] **Fig. 2** zeigt eine vergrößerte Darstellung des Schaufelprofils **14** an der Schaufelspitze **12** der Laufschaufel **10**. Parallel zur so genannten Laufrichtung L der Laufschaufel **10** weist das Schaufelprofil **14** entlang der Profiltiefe T geometriebedingt unterschiedliche Profildicken D auf. Im Bereich der Eintrittskante **18** und der Austrittskante **20** ist aufgrund der Profilageometrie nur eine geringe Profildicke D vorhanden. Auf die Schaufelspitze **12** ist, wie bereits erwähnt, die Abrasivbeschichtung **22** aufgebracht. Entsprechend der Profildicke D hat auf der Schaufelspitze **12** parallel zur Laufrichtung L der Laufschaufel **10** die Abrasivbeschichtung eine so genannte wirksame Länge D_A

[0041] Zur Verdeutlichung der Abrasivbeschichtung **22** ist in **Fig. 3** nochmals das Schaufelprofil **14** anhand einer Schnittdarstellung parallel zur Laufrichtung L gezeigt. Neben einem Schaufelgrundwerkstoff **24** ist an der Schaufelspitze **12** die Abrasivbeschichtung **22** dargestellt. Die Abrasivbeschichtung **22** ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus einer Matrix (MCrAlY) **26** mit eingelagerten Abrasivpartikeln **28** aufgebaut.

[0042] Falls das Schaufelprofil **14** an der Schaufelspitze **12** Zonen ohne Abrasivbeschichtung **30** aufweist, z. B. Vertiefungen für die Schaufelkühlung (Kühlluftbohrungen, oder so genannte Schaufelkrone), so erfolgt, wie in **Fig. 4** gezeigt, die Bestimmung der wirksamen Länge der Abrasivbeschichtung D_A durch Addition der mit Abrasivbeschichtung **22** versehenen Teillängen.

[0043] Wie bereits ausgeführt wurde, ist der Verschleiß der Abrasivbeschichtung **22** bei ansonsten konstanten Bedingungen wie z. B. Materialpaarung, Temperatur, Drehzahl u. ä., von der wirksamen Länge D_A der Abrasivbeschichtung **22** abhängig. Unterschreitet die wirksame Länge D_A der Abrasivbeschichtung **22** ein vorgegebenes Mindestmaß, im folgenden $D_{A,min}$ genannt, so ist mit einem erhöhten Verschleiß der Abrasivbeschichtung **22** zu rechnen. Bei dem vorgegebenen Mindestmaß $D_{A,min}$ handelt es sich um einen gasturbinenspezifischen Parameter, der sich aus der jeweiligen Gasturbinenauslegung ergibt.

[0044] Ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Maßgabe, dass die wirksame Länge D_A stets größer, mindestens aber gleich groß dem vorgegebenen Mindestmaß $D_{A,min}$ erfüllt ist, ist in **Fig. 5** dargestellt. Für die vorliegende Laufschaufel **10** ist aus der Gasturbinenauslegung bekannt, dass an der Schaufelspitze **12** das vorgegebene Mindestmaß $D_{A,min} = 2\text{mm}$ ($\pm 0,5\text{mm}$) beträgt, d. h. dass an der Schaufelspitze die wirksame Länge D_A stets größer bzw. aber mindestens gleich groß als das vorgegebene Mindestmaß $D_{A,min} = 2\text{mm}$ ($\pm 0,5\text{mm}$) ist. An der Schaufelspitze **12** weist das Schaufelprofil **14** hierfür neben einem mit Abrasivbeschichtung **22** versehenen Mittelbereich **32** jeweils im Bereich der Eintrittskante **18** eine Abflachung **34** und im Bereich der Austrittskante **20** eine Abflachung **36** auf. Die parallel zur Laufrichtung L der Laufschaufel **10** angeordneten Abflachungen **34** und **36** sind dabei so angeordnet, dass jeweils im Randbereich zwischen Mittelbereich **32** und den abgesenkten Bereichen **34**, **36** gerade die Forderung $D_A \geq D_{A,min}$ erfüllt ist. Da jetzt die Schaufelspitze **12** entlang der Profiltiefe T nur über den Mittelbereich **32** mit der umgebenden Abriebbeschichtung (Liner) in "Kontakt" treten kann, ist folglich ein vorzeitiger Verschleiß der Abrasivbeschichtung **22** im Bereich der Eintritts- und Austrittskante **18**, **20** ausgeschlossen. Siehe hierzu auch die Teilansicht in Laufrichtung gemäß **Fig. 8**.

[0045] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in **Fig. 6** dargestellt. Die Forderung, dass im

Bereich der Eintritts- und Austrittskante **18**, **20** die wirksame Länge D_A der Abrasivbeschichtung **22** stets größer, mindestens aber gleich groß dem vorgegebenen Mindestmaß $D_{A,min}$ ist, ist durch das Vorsehen eines in Laufrichtung L der Laufschaufel **10** lokal begrenzten Deckbandes **38** realisiert. Im Gegensatz zu bereits bekannten Deckbändern sind die Deckbänder **38** nur im Bereich der Ein- und Austrittskante, nicht jedoch im übrigen Profilbereich vorgesehen, außerdem ist in diesem Fall die Abrasivbeschichtung **22** auf die Deckbänder **38** aufgebracht.

[0046] In **Fig. 7** ist eine Kombination der bereits geschilderten erfindungsgemäßen Maßnahmen gezeigt. Dabei weist das Schaufelprofil **14** an der Schaufelspitze **12** ein der Kontur des Schaufelprofils **14** folgendes, in Laufrichtung L der Laufschaufel **10** lokal begrenztes Deckband **40** auf. In Kombination dazu ist zusätzlich noch der Bereich um die Eintritts- und Austrittskante **18**, **20** mit Abflachungen **34**, **36** versehen. Da das Deckband **40** in Laufrichtung L der Laufschaufel **10** lokal begrenzt ist, ist zudem ein Berühren der einzelnen Deckbänder untereinander ausgeschlossen. Das Deckband **40** hat den Vorteil, dass eine nach thermodynamischen und aerodynamischen Kriterien optimale Gestaltung der Eintritts- und Austrittskante **18**, **20** (z. B. dünn) erleichtert wird.

[0047] Es versteht sich, dass mit Gasturbinenlaufschaufeln sowohl Verdichter- als auch Turbinenlaufschaufeln gemeint sein können.

Patentansprüche

1. Gasturbinenlaufschaufel (**10**) für einen Läufer eines Gasturbinenriebwerkes, der in einem Gehäuse drehbar gelagert ist, welche eine Schaufelspitze (**12**), und eine in Strömungsrichtung (S) stromaufwärts angeordnete Eintrittskante (**18**) und eine stromabwärts angeordnete Austrittskante (**20**) aufweist, mit einem Schaufelprofil (**14**), das parallel zur Strömungsrichtung (S) eine Profiltiefe (T), und parallel zur Laufrichtung (L) der Turbinenlaufschaufel (**10**) eine Profildicke (D) besitzt, und mit einer auf die Schaufelspitze (**12**) aufgetragenen Abrasivbeschichtung (**22**), die entlang der Profiltiefe (T) eine der Profildicke (D) entsprechende wirksame Länge (D_A) hat, wobei die Schaufelspitze (**12**) mit ihrer Abrasivbeschichtung (**22**) im Betrieb eine Abriebbeschichtung streifen kann, die in das umgebende Gehäuse eingebracht ist, und wobei die mit der Abriebbeschichtung in Kontakt kommende Abrasivbeschichtung (**22**) auf der Schaufelspitze (**12**) entlang der Profiltiefe (T), eine wirksame Länge (D_A) aufweist, die stets größer, mindestens aber gleich groß einem vorgegebenen Mindestmaß ($D_{A,min}$) ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass entlang der Profiltiefe (T) die Überschreitung des vorgegebenen Mindestmaßes ($D_{A,min}$) der wirksamen Länge (D_A) der Abrasivbeschichtung (**22**) an der Schaufelspitze (**12**) durch je eine Abflachung (**34**, **36**) im Bereich der Eintrittskante und der Austrittskante (**18**, **20**) parallel zur Laufrichtung (L) der Turbinen-

laufschaufel (**10**) realisiert ist.

2. Gasturbinenlaufschaufel (**10**) nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Profiltiefe (T) die Überschreitung des vorgegebenen Mindestmaßes ($D_{A,min}$) der wirksamen Länge (D_A) der Abrasivbeschichtung (**22**) an der Schaufelspitze (**12**) durch das Vorsehen je eines in Laufrichtung (L) der Gasturbinenlaufschaufel (**10**) lokal begrenzten Deckbandes (**38**) (microshrouds) beiderseits, d.h. druck- und saugseitig, im Bereich der Eintrittskante (**18**) und beiderseits im Bereich der Austrittskante (**20**) verwirklicht ist.

3. Gasturbinenlaufschaufel (**10**) nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Profiltiefe (T) die Überschreitung des vorgegebenen Mindestmaßes ($D_{A,min}$) der wirksamen Länge (D_A) der Abrasivbeschichtung (**22**) an der Schaufelspitze (**12**) durch das Vorsehen eines der Kontur des Schaufelprofils (**14**) druck- und saugseitig von der Eintrittskante (**18**) bis zur Austrittskante (**20**) mit zumindest annähernd gleichbleibendem Überstand folgenden und in Laufrichtung (L) der Gasturbinenlaufschaufel (**10**) lokal begrenzten Deckbandes (**40**) (microshroud) sichergestellt ist.

4. Gasturbinenlaufschaufel (**10**) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Profiltiefe (T) die Überschreitung des vorgegebenen Mindestmaßes ($D_{A,min}$) der wirksamen Länge (D_A) der Abrasivbeschichtung (**22**) an der Schaufelspitze (**12**) durch eine Kombination aus je einer Abflachung im Bereich der Eintritts- und der Austrittskante (**34**, **36**) und dem Vorsehen von Deckbändern (**38**) jeweils beiderseits im Bereich der Eintritts- und Austrittskante (**18**, **20**) realisiert ist.

5. Gasturbinenlaufschaufel (**10**) nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Profiltiefe (T) die Überschreitung des vorgegebenen Mindestmaßes ($D_{A,min}$) der wirksamen Länge (D_A) der Abrasivbeschichtung (**22**) an der Schaufelspitze (**12**) durch eine Kombination aus je einer Abflachung im Bereich der Eintritts- und der Austrittskante (**34**, **36**) und eines der Kontur des Schaufelprofils (**14**) beiderseits folgenden, in Laufrichtung (L) lokal begrenzten Deckbandes (**40**) sichergestellt ist.

6. Gasturbinenlaufschaufel (**10**) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abrasivbeschichtung (**22**) auf die Deckbänder (**38**, **40**) (microshrouds) aufgebracht ist.

7. Gasturbinenlaufschaufel (**10**) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die in Laufrichtung (L) lokal begrenzten Deckbänder (**38**, **40**) (microshrouds) untereinander berührungsfrei angeordnet sind.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

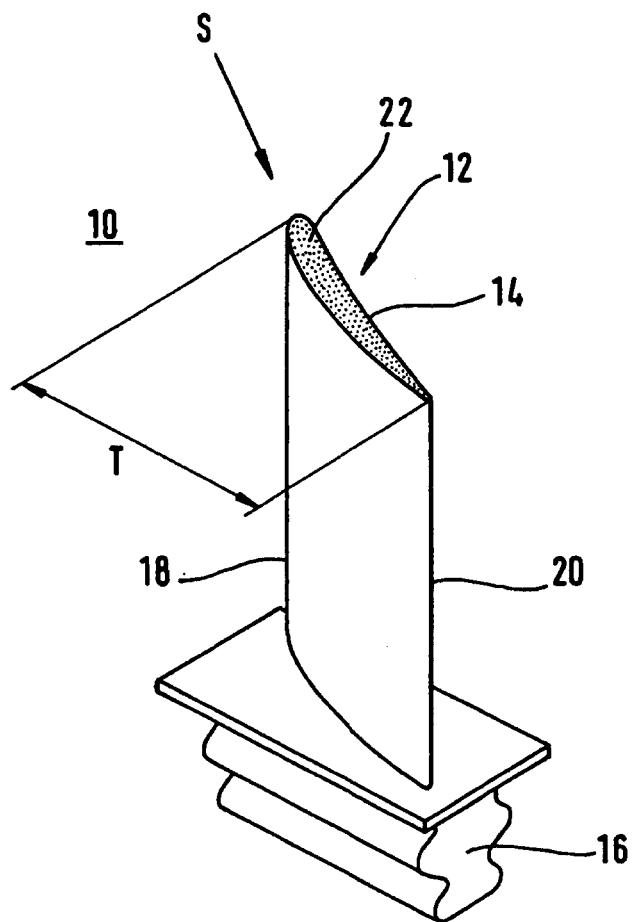
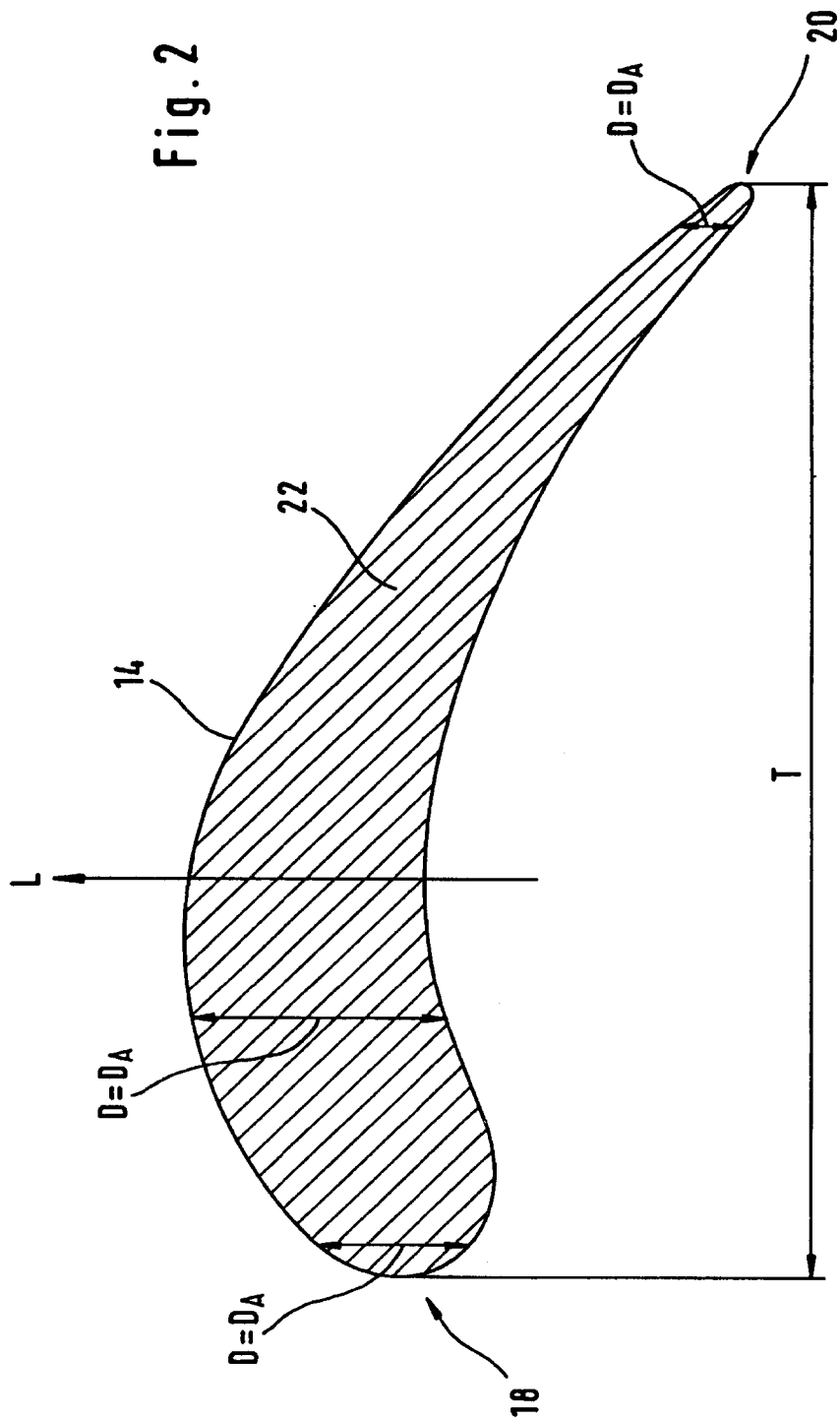


Fig. 1

Fig. 2



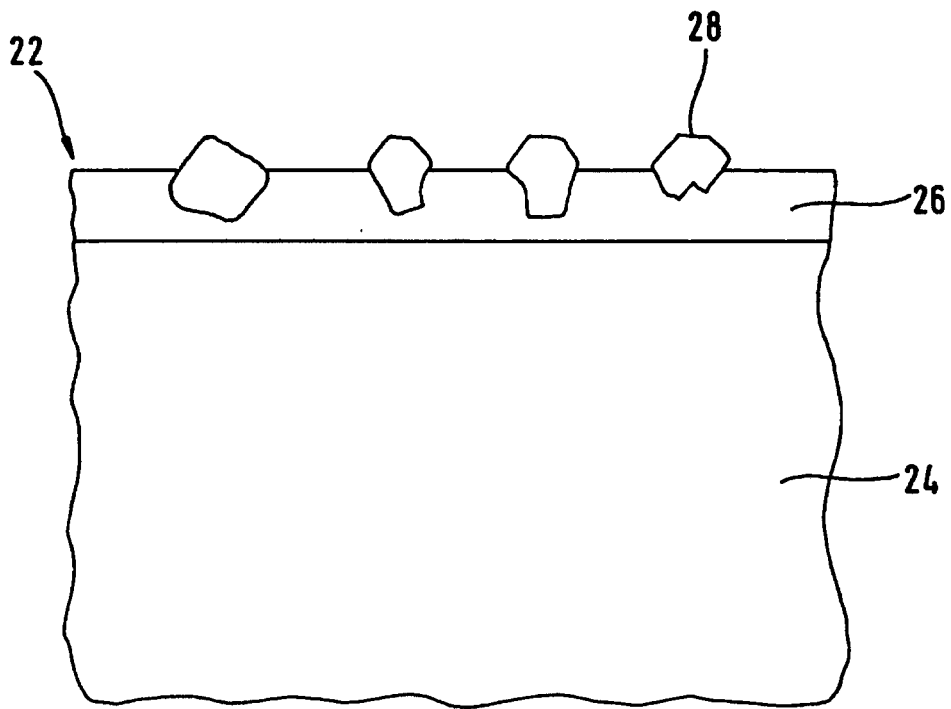
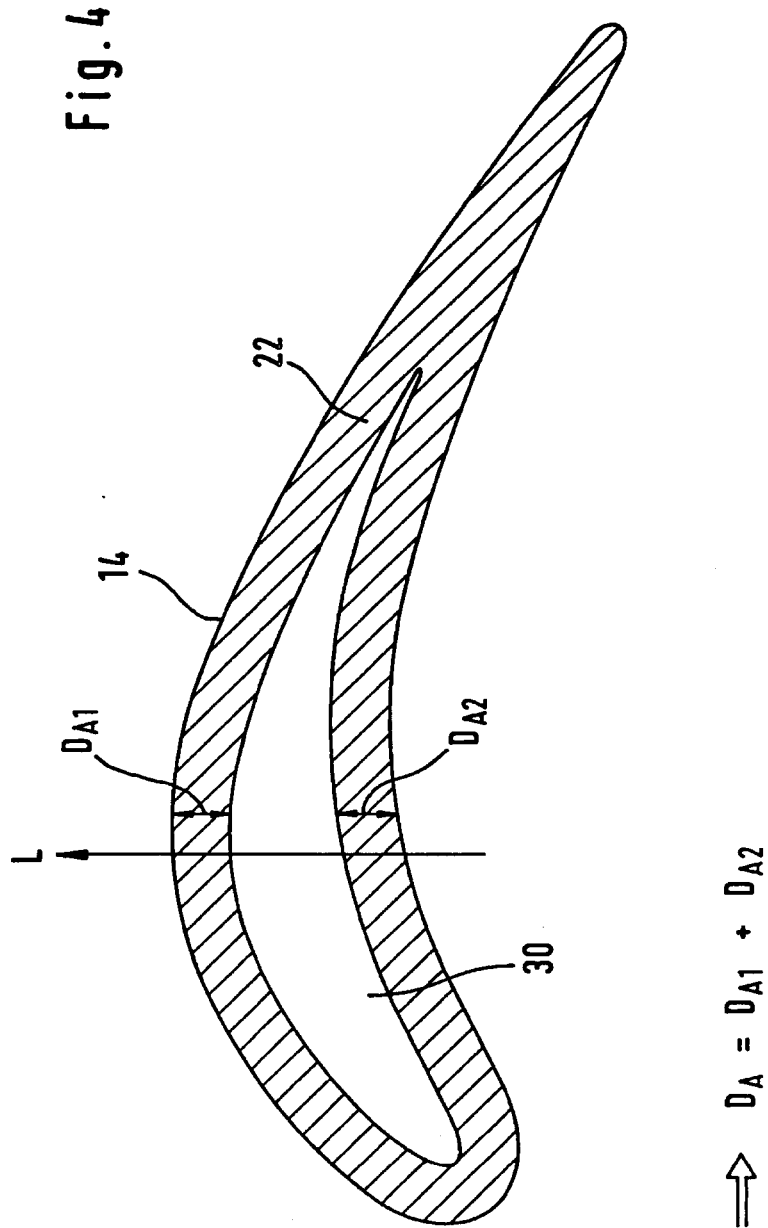


Fig. 3



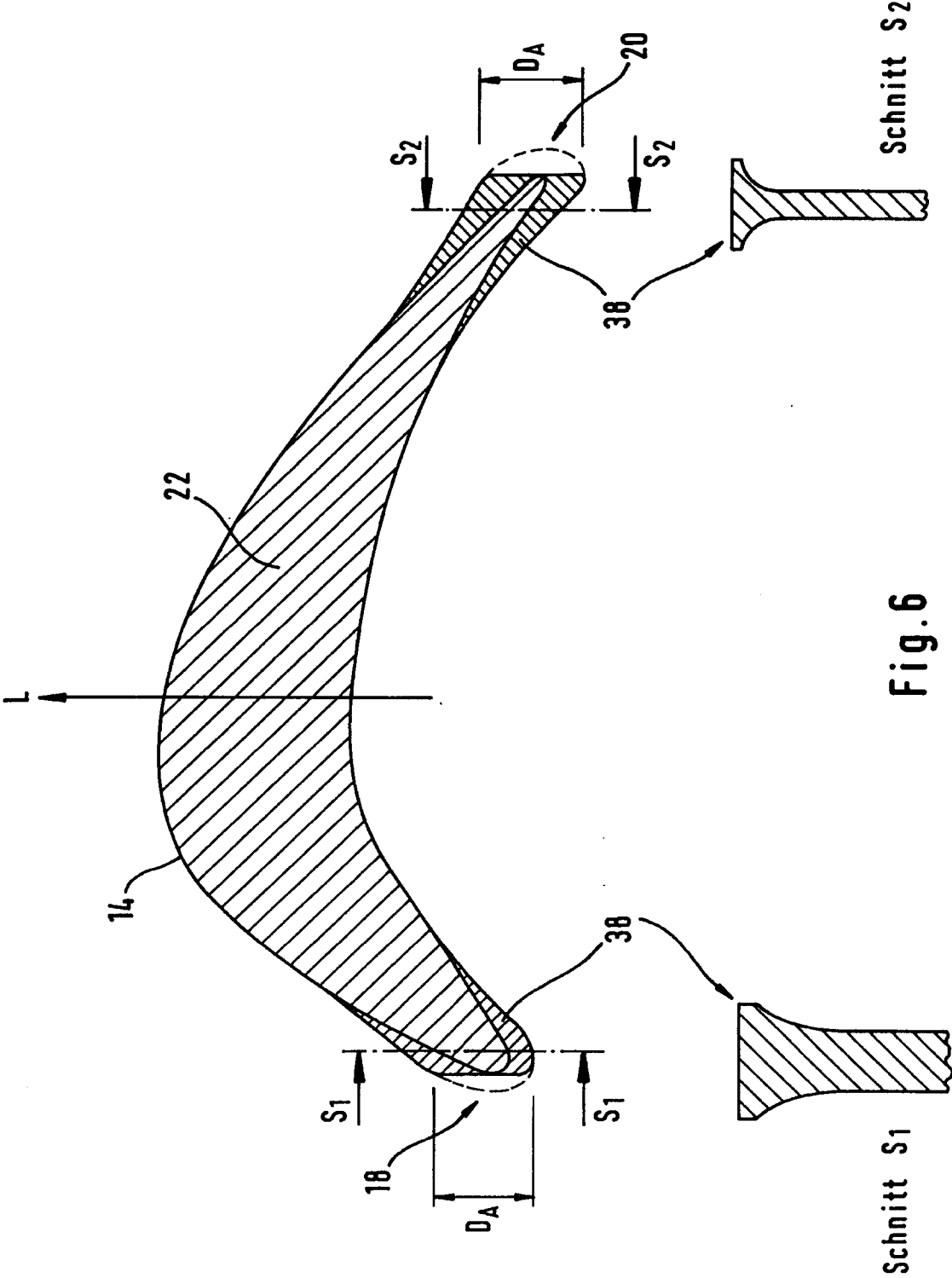


Fig. 6

Fig. 7

