



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 36 176 T2** 2008.01.17

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 001 140 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 36 176.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 308 435.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **26.10.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.05.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **30.05.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.01.2008**

(51) Int Cl.⁸: **F01D 21/04** (2006.01)

F01D 25/24 (2006.01)

F01D 11/12 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

191659 13.11.1998 US

(73) Patentinhaber:

General Electric Co., Schenectady, N.Y., US

(74) Vertreter:

Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

**Bonnoitt, Michael Todd, Cincinnati, Ohio 45242,
US; Czachor, Robert Paul, Cincinnati, Ohio 45215,
US**

(54) Bezeichnung: **Berstschutzring für Turbinen**

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 eingelegt, 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 vorliegende Erfindung betrifft allgemein Gasturbinenriebwerke und insbesondere die Schaufelsicherung in diesen.

[0002] In einem typischen Gasturbinenriebwerk sind in Strömungsrichtung hintereinander ein Bläser, ein mehrstufiger Axialverdichter, eine Brennkammer sowie eine Hoch- und eine Niederdruckturbine angeordnet. Während des Betriebs wird Luft im Verdichter mit Druck beaufschlagt und in der Brennkammer mit Brennstoff vermischt und zur Erzeugung von Verbrennungsgasen gezündet, die stromabwärts durch die Hoch- und die Niederdruckturbine strömen, die ihnen Energie entziehen, um den Verdichter bzw. den Bläser durch entsprechende Antriebswellen anzutreiben.

[0003] Der Bläser, der Verdichter und die Turbinen weisen jeweils unterschiedlich konfigurierte Rotor-schaufeln auf, die sich von entsprechenden Rotoren oder Laufrädern radial nach außen erstrecken, die während des Betriebs rotieren. Aus verschiedenen Gründen kann eine Rotorschaufel während der Nutzlebensdauer ausfallen und sich von ihrem entsprechenden Laufrad abtrennen. Die Zentrifugalkraft treibt oder wirft dann die losgelöste Schaufel radial nach außen in das sie umschließende Statorgehäuse aus. Die verschiedenen Statorgehäuse sind auf unterschiedliche Weise konfiguriert, um zur Sicherung der Schaufel und zur Vermeidung ihrer Loslösung aus dem Triebwerk Schaufelauswurfenergie aufzunehmen.

[0004] Die verschiedenen Rotorschaufeln sind unterschiedlich groß und werden mit unterschiedlichen Drehzahlen betrieben, so dass sie bei ihrer Loslösung unterschiedliche Mengen an Auswurfenergie aufweisen. Die verschiedenen Rotorschaufeln benötigen zudem verschiedene sie umschließende Statorgehäuse, die von den relativ kühlen Umgebungen im Bläser, im Verdichter und in der Niederdruckturbine bis zur heißesten Umgebung in der Hochdruckturbine unterschiedlichen Betriebsbedingungen ausgesetzt sind.

[0005] Da der Wirkungsgrad des Triebwerks maximiert wird, indem der radiale Zwischenraum oder Spalt zwischen den radialen Außenspitzen der entsprechenden Schaufeln in ihren Gehäusen minimiert wird, weisen die Gehäuse verschiedene Formen von Schaufeldeckbändern auf, die die Schaufelspitzen umschließen, um den mit diesen gebildeten Zwischenraum zu minimieren und gleichzeitig auch gelegentliches Anlaufen von diesen zu gestatten, ohne dass die Schaufeln beschädigt werden. Bei einem Anlaufen der Spitzen werden die Schaufeldeckbänder beschädigt, und wenn sich diese Beschädigung häuft, werden die Schaufeldeckbänder in einem peri-

odischen Wartungsausfall ersetzt.

[0006] Bei der Turbinenschaufelsicherung werden entsprechenden Turbinengehäuse zum Dissipieren der Auswurfenergie hinsichtlich der Stärke entsprechend dimensioniert. In der Hochdruckturbine leisten die Schaufeldeckbänder einen bedeutenden Beitrag zur Schaufelsicherung, da es sich bei ihnen üblicherweise um relativ dicke, gegossene Metallstrukturen mit einer beträchtlichen Festigkeit handelt.

[0007] Bei den Schaufeldeckbändern der Niederdruckturbine handelt es sich in der Regel jedoch um ungekühlte, leichtgewichtige Blechkonstruktionen, die, wenn überhaupt, eine schwach ausgeprägte Fähigkeit zum Dissipieren von Auswurfenergie besitzen. Ein typisches Niederdruckturbinen-Schaufeldeckband ist eine Anordnung eines rückseitigen Blechs, an dem ein leichtgewichtiger, wabenförmiger Reibstreifen befestigt ist. Das rückseitige Blech weist vordere und hintere Schienen auf, die auf geeignete Weise an entsprechende vordere und hintere Befestigungshaken montiert sind, die sich von dem Gehäuse radial nach innen erstrecken. Das rückseitige Blech besteht aus dünnem Blech, beispielsweise mit einer Stärke von etwa 0,0508 cm (20 mils), um das Gewicht des Deckbands zu minimieren und dennoch für eine ausreichende Steifigkeit im Hinblick auf die Montage an dem Gehäuse und die Beibehaltung eines bevorzugten Zwischenraums zu den Schaufelspitzen zu sorgen. Das Blech kann lokal an einer oder an beiden der Schienen verstärkt werden, um im Hinblick auf die Befestigung an den entsprechenden Haken für eine ausreichende Festigkeit zu sorgen. Andere Beispiele sind in den Anmeldungen FR-A-1223925 und US-A-5791871 enthalten.

[0008] In einigen Konfigurationen kann das rückseitige Blech zwischen seinen axial voneinander getrennten Schienen zu dünn sein und wird mithilfe eines Verstärkungsblechs verstärkt, bei dem es sich in der Regel um ein anderes dünnes Blechstück handelt, das durch Hartlöten oder auf andere Weise fest an der Außenseite des rückseitigen Blechs angebracht wird.

[0009] In beiden Konfigurationen des Niederdruckturbinen-Deckbands – mit oder ohne das Verstärkungsblech – ist dessen Schaufelsicherungsfunktion vernachlässigbar. Da das Verstärkungsblech beispielsweise an das rückseitige Blech hartgelötet wird, ist der Hartlötzusatzwerkstoff relativ spröde, und bei einem Schaufelauswurfereignis ist der Zusatzwerkstoff Spröbruch ausgesetzt und mindert die Festigkeit des Deckbands.

[0010] Daher ist es erwünscht, ein Niederdruckturbinen-Deckband mit einer Schaufelsicherungsfunktion bereitzustellen.

[0011] Gemäß Anspruch 1 der Erfindung wird ein an ein ringförmiges Gehäuse montierbares Niederdruckturbinen-Deckband zum Umschließen einer Reihe von Rotorschaukeln bereitgestellt.

[0012] Folglich weist das Niederdruckturbinendeckband ein gewölbtes rückseitiges Blech mit sich gegenüberliegenden Montageschienen zum Einfassen eines umschließenden, ringförmigen Gehäuses auf. Das rückseitige Blech weist einen dickeren Schaufelsicherungsschild auf, der sich als einteilige Konstruktion zwischen den Schienen erstreckt. Außerdem ist ein wabenförmiger Reibungsstreifen zwischen den Schienen fest mit dem rückseitigen Blech verbunden.

[0013] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Beispiels detaillierter beschrieben, wobei auf die folgenden Zeichnungen Bezug genommen wird:

[0014] [Fig. 1](#) ist eine teilweise schematische Schnittansicht von vorn durch ein exemplarisches Gasturbinentriebwerk mit einer Niederdruckturbine, die ein Schaufeldeckband gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist.

[0015] [Fig. 2](#) ist eine vergrößerte Ansicht eines Teils des Niederdruckturbinen-Schaukeldeckbands, der in [Fig. 1](#) in dem mit 2 beschrifteten gestrichelten Kreis dargestellt ist.

[0016] [Fig. 3](#) ist eine isometrische Ansicht eines von mehreren gewölbten Segmenten des in [Fig. 2](#) dargestellten Deckbands in einer exemplarischen Ausführungsform.

[0017] In [Fig. 1](#) ist ein exemplarisches Gasturbinentriebwerk **10** schematisch dargestellt, das achsensymmetrisch um eine Längs- oder axiale Mittelachse **12** angeordnet ist. In dem Triebwerk sind in Strömungsrichtung hintereinander ein Bläser **14**, ein mehrstufiger Axialverdichter **16**, eine Brennkammer **18**, eine Hochdruckturbine **20** und eine Niederdruckturbine **22** angeordnet.

[0018] Während des Betriebs wird Luft **24** im Verdichter mit Druck beaufschlagt, in der Brennkammer mit Brennstoff vermischt und zur Erzeugung von heißen Verbrennungsgasen **26** gezündet, die wiederum stromabwärts durch die Hochdruckturbine **20** und die Niederdruckturbine **22** strömen, die ihnen Energie entziehen, um den Verdichter **16** bzw. den Bläser **14** anzutreiben. Da die Verbrennungsgase **26** ihre höchste Temperatur beim Austreten aus der Brennkammer aufweisen, wird die Hochdruckturbine einschließlich ihrer Rotorschaukeln, Leitschaufeln und Schaufeldeckbänder mit einem Teil der verdichteten Luft **24** gekühlt, die während des Betriebs aus dem Verdichter abgeführt wird. Beim Erreichen der Niederdruckturbine **22** weisen die Verbrennungsgase **26**

eine niedrigere Temperatur auf, und die Niederdruckturbine bleibt daher in der Regel ungekühlt.

[0019] Die in [Fig. 1](#) dargestellte exemplarische Niederdruckturbine **22** enthält mehrere Reihen Rotorschaukeln **28**, die sich von entsprechenden Laufrädern **30** radial nach außen erstrecken, die miteinander verbunden und zu einer gemeinsamen Antriebswelle zusammengefügt sind, um während des Betriebs den Bläser **14** anzutreiben.

[0020] Die Niederdruckturbine weist außerdem ein ringförmiges Gehäuse **32** auf, von dem sich radial nach innen entsprechende Leiträder in Form von Reihen aus Leitschaufeln **34** erstrecken, die zum Durchleiten der Verbrennungsgase mit entsprechenden der Schaufelreihen zusammenwirken.

[0021] Gemäß der vorliegenden Erfindung sind zum Umschließen einer entsprechenden Reihe von Rotorschaukeln **28** eine oder mehrere Reihen von Niederdruckturbinen-Schaukeldeckbändern **36** ebenfalls an das Gehäuse **32** montiert, um bei einem Schaufelwurfereignis für die Schaufelsicherung verwendet zu werden. Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, kann eine exemplarische der Rotorschaukeln **28** während des Betriebs abfallen und sich von dem sie tragenden Laufrad **30** abtrennen, wobei die Zentrifugalkraft F die losgelöste Schaufel radial nach außen treibt oder auswirft, was sich zuerst auf das umschließende Schaufeldeckband **36** und anschließend auf das umschließende Gehäuse **32** auswirkt.

[0022] Wie in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) dargestellt, wird jedes Schaufeldeckband **36** aus mehreren in Umfangsrichtung aneinander grenzenden, gewölbten Segmenten gebildet, die gemeinsam einen geschlossenen Ring um die radialen äußeren Spitzen einer Schaufelreihe bilden. Das Deckband weist ein gewölbtes rückseitiges Blech **38** mit einer ersten oder vorderen Montageschiene **40** und einer zweiten oder hinteren Montageschiene **42** auf, die an dessen sich axial gegenüberliegenden Enden zum Einfassen des Gehäuses **32** angeordnet sind. Das rückseitige Blech weist außerdem einen integral mit diesem ausgeformten Schaufelsicherungsschild **44** auf, der sich in einem unitären oder einteiligen Aufbau in Axialrichtung zwischen den zwei Schienen **40**, **42** erstreckt. Der Schildbereich des rückseitigen Blechs ist wahlweise dicker als jede der Schienen, um durch das Dissipieren von Schaufelwurfenergie zusammen mit dem Gehäuse an der Schaufelsicherung der ausgeworfenen Schaufel mitzuwirken.

[0023] Das Schaufeldeckband **36** weist auch einen wabenförmigen Reibungsstreifen **46** auf, der axial zwischen den zwei Schienen **40**, **42** direkt mit der radialen Innenfläche des rückseitigen Blechs **38** fest verbunden oder verklebt ist. Der Reibungsstreifen kann eine beliebige herkömmliche Form aufweisen

und erstreckt sich über die gesamte Umfangslänge jedes der Segmente des rückseitigen Blechs. Der Reibungsstreifen **46** weist eine geeignete Höhe auf, sodass seine radiale Innenfläche auf geeignete Weise zu den Schaufelspitzen beabstandet werden kann, um dazwischen einen Zwischenraum oder Spalt zu schaffen.

[0024] Wie in [Fig. 3](#) dargestellt, erstreckt sich der Schild **44** sowohl in Axialrichtung zwischen den zwei Schienen **40**, **42** als auch in Umfangsrichtung an diesen entlang über die gesamte gewölbte Ausdehnung des Segments, um direkt über den in [Fig. 2](#) dargestellten Schaufelspitzen ausgerichtet zu werden. Der Schild ist hinsichtlich der Stärke so dimensioniert, dass beim Auswurf einer der Schaufeln **28** bei einem Ausfallereignis Energie gegen diese dissipiert wird.

[0025] In der in [Fig. 3](#) dargestellten exemplarischen Ausführungsform verläuft der Schild mit einer im Wesentlichen konstanten Stärke A vorzugsweise kontinuierlich in Axialrichtung längs der Schienen **40**, **42** und in Umfangsrichtung an diesen entlang. Als Alternative kann der Schild von mehreren in Axialrichtung voneinander beabstandeten, sich in Umfangsrichtung erstreckenden Rippen gebildet werden, die ein reduziertes Gewicht aufweisen und gleichzeitig eine Schaufelsicherungsfunktion bieten.

[0026] Da es wünschenswert ist, neben der von dem Gehäuse **32** selbst gebotenen Funktion eine zusätzliche Schaufelsicherungsfunktion einzuführen, wird der Sicherungsschild **44** in Bezug zum übrigen rückseitigen Blech **38** selektiv verstärkt, damit auch das Gesamtgewicht reduziert wird und gleichzeitig Schaufelsicherungsmaterial effektiv lokalisiert werden kann. Beispielsweise erstreckt sich der Sicherungsschild **44** von beiden Schienen **40**, **42** radial nach außen, damit ein Ändern der Stärke des Reibungsstreifens **46** vermieden wird. Außerdem ist die radiale Innenfläche des rückseitigen Blechs **38** vorzugsweise ab mindestens einer der zwei Schienen, z. B. der hinteren Schiene **42**, radial nach außen ausgespart.

[0027] In der in [Fig. 2](#) dargestellten exemplarischen Ausführungsform schließt die vordere Schiene **40** mit der ausgesparten Innenfläche des Schilds **44** bündig ab und weist eine Mindeststärke B auf, die für die Montage des vorderen Deckbandendes an das Gehäuse geeignet ist. Dementsprechend weist die hintere Schiene **42** eine größere Stärke C auf, die zur Befestigung des hinteren Deckbandendes an dem Gehäuse **32** gewählt wird.

[0028] In einer konventionellen Montagekonfiguration weist das Gehäuse **32** integral mit diesem ausgeformte vordere und hintere Haken **48**, **50** auf, die sich radial nach innen erstrecken und in Axialrichtung voneinander beabstandet sind, um in die vordere

bzw. hintere Schiene **40**, **42** einzugreifen. Es werden geeignete Mittel bereitgestellt, um die Schienen in einer Arretieranordnung an den Haken zu sichern. Beispielsweise wird ein im Wesentlichen U-förmiger, vorderer Blechclip **52** z. B. durch Hartlöten an der Oberseite der vorderen Schiene **40** befestigt, um in Axialrichtung in das Spitzenende des vorderen Hakens **48** einzugreifen. Außerdem wird die hintere Schiene **42** durch einen entsprechenden, im Wesentlichen U-förmigen hinteren Clip **54**, der am vorderen Ende des radialen äußeren Deckbands der benachbarten Leitschaukeln **34** ausgebildet ist, in radialem Anschlag an dem hinteren Haken befestigt.

[0029] In dieser exemplarischen Konfiguration ist die hintere Schiene **42** dicker als die vordere Schiene **40**, und der Schild **44** ist sowohl dicker als die hintere Schiene **42** als auch dicker als die vordere Schiene **40**. Diese Konfiguration minimiert selektiv die Stärken B, C der vorderen und der hinteren Schiene **40**, **42**, was zur Montage des Deckbands **36** an den entsprechenden Gehäusehaken **48**, **50** erforderlich ist, während dazwischen, in Form des einteiligen Sicherungsschildbereichs, gleichzeitig ein selektiv verstärkter mittlerer Bereich geschaffen wird.

[0030] In der in [Fig. 2](#) dargestellten bevorzugten Ausführungsform ist das rückseitige Blech **38** eine unitäre oder einteilige Blechkonstruktion aus einem beliebigen, für die Niederdruckturbinenumgebung geeigneten Metall, wie z. B. konventionellem HS 188, bei dem es sich um eine Kobaltlegierung handelt. Der Sicherungsschild **44** ist vorzugsweise mindestens dreimal so dick wie die vordere Schiene **40**, wobei in einem Beispiel die vordere Schiene etwa 0,508 cm (20 mils), die hintere Schiene **42** etwa 0,1016 cm (40 mils) und der Sicherungsschild **44** etwa 0,1524 cm (60 mils) dick ist.

[0031] Obwohl die Schienen dünner als der zentrale Schildbereich des rückseitigen Blechs **38** sind, ist nur der Schildbereich radial außerhalb der Rotorschaukeln **28** und zwischen dem Gehäuse **32** angeordnet, um für eine zusätzliche Schaufelsicherungsfunktion zu sorgen.

[0032] Die verbesserten Schaufelsicherungsdeckbänder **36** wirken mit dem umschließenden Gehäuse **32** zusammen, um gemeinsam eine Schaufelsicherungsfunktion bereitzustellen. Im Besonderen weist das Gehäuse **32** zwischen den Haken **48**, **50** eine Stärke D auf und ist radial außerhalb von der Innenseite des Schilds **44** angeordnet, der selbst eine Stärke A aufweist. Das Material des Schilds **44** und des Gehäuses **32** radial außerhalb der Schaufel **28** ermöglichen in Kombination gemeinsam die Energiedissipation an einer ausgeworfenen Schaufel zu deren Sicherung, und verhindern die Loslösung des größten Teils, wenn nicht sogar der gesamten losgelösten Schaufel, von dem Gehäuse.

[0033] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, ist in dem freien Raum zwischen dem Gehäuse **32** und dem Schild **44** eine ringförmige Wärmeisolierung **56** zur Steuerung der in diesem Abschnitt auftretenden Wärmeausdehnung und Kontraktion angeordnet, um während des Betriebs die Größenschwankung des Schaufelspitzenpalts zu minimieren. Die Isolierung hat jedoch eine vernachlässigbare Schaufelsicherungsfunktion, denn die Schaufelsicherung wird primär von dem relativ dicken Gehäuse **32** und dem entsprechenden Sicherungsschild **44** geleistet.

[0034] Ein besonderer Vorteil der Schaufelsicherungsdeckbänder **36** ist, dass sie abgesehen von der Einführung des selektiv verstärkten rückseitigen Blechs **38** zum Erzielen der Schaufelsicherungsfunktion sonst in konventioneller Weise konfiguriert werden können.

[0035] Diese Konfiguration ermöglicht somit die nachträgliche Umrüstung der Niederdruckturbine **22**, um deren Schaufelsicherungsfunktion oder Festigkeit durch das Austauschen oder Ersetzen des dickeren Deckbands **36** gegen ein dünneres, konventionelles Deckband zu verbessern, ohne die Stärke des Gehäuses **32** zu ändern und, außer für den Schild **44**, ohne die Geometrie der Traghaken und der übrigen einzelnen Deckbänder **36** zu ändern. Da die Turbinendeckbänder normalerweise wegen der normalen Schaufelspitzenreibungen routinemäßig ersetzt werden, können Turbinendeckbänder alter Bauart in dem verfügbaren Raum und ohne andere Änderungen an der Deckbandkonstruktion einfach durch die verbesserten Schaufelsicherungsdeckbänder **36** ersetzt werden.

[0036] In Anbetracht des selektiv dickeren rückseitigen Blechs **38** ist die Verwendung eines konventionellen Verstärkungsblechs nicht länger erforderlich. Der dickere Sicherungsschildbereich des rückseitigen Blechs **38** ist ein einteiliges Blech, das ohne Hartlöten oder eine andere Befestigung die größere Stärke erreicht, um die Schaufelsicherungsfestigkeit zu maximieren, ohne dass dies zu unerwünschter Sprödigkeit oder Rissbildungsstellen führt.

[0037] Darüber hinaus führt die größere Stärke des rückseitigen Blechs **38** während des Betriebs nicht zu unerwünschten Temperaturgefällen, die sich durch das Variieren des gewünschten radialen Spitzenzwischenraums nachteilig auf den aerodynamischen Wirkungsgrad auswirken oder zu unerwünschten Wärmespannungen führen könnten, die die Ermüdungslebensdauer beeinträchtigen könnten.

Patentansprüche

1. An ein ringförmiges Gehäuse (**32**) montierbares Niederdruckturbinen-Deckband (**36**) zum Umschließen einer Reihe von Rotorschaukeln (**28**), das

Folgendes umfasst:

ein gewölbtes rückseitiges Blech (**38**), das an sich axial gegenüberliegenden Enden eine vordere und eine hintere Montageschiene (**40**, **42**) zum Einfassen des Gehäuses (**32**) aufweist, und einen sich in einem einteiligen Aufbau in Axialrichtung dazwischen erstreckenden Schaufelsicherungsschild (**44**), wobei der Schild (**44**) dicker als die vordere und die hintere Montageschiene (**40**, **42**) ist; **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Schild (**44**) von den Schienen radial nach außen erstreckt; und einen Reibungsstreifen (**46**), der zwischen den Schienen fest mit einer radialen Innenfläche des rückseitigen Blechs verbunden ist.

2. Deckband nach Anspruch 1, wobei sich der Schild (**44**) sowohl in Axialrichtung zwischen den Schienen (**40**, **42**) als auch in Umfangsrichtung an diesen entlang erstreckt und hinsichtlich der Stärke so dimensioniert ist, dass beim Auswurf einer der Schaufeln (**28**) Energie gegen diese dissipiert wird.

3. Deckband nach Anspruch 2, wobei der Schild (**44**) mit konstanter Stärke durchgängig in Axialrichtung zwischen den Schienen (**40**, **42**) and in Umfangsrichtung an diesen entlang angeordnet ist.

4. Deckband nach einem beliebigen der vorherigen Ansprüche, wobei die Innenfläche des rückseitigen Blechs ab mindestens einer der Schienen (**42**) ausgespart ist.

5. Deckband nach einem beliebigen der vorherigen Ansprüche, wobei die hintere Schiene (**42**) dicker als die vordere Schiene (**40**) ist.

6. Deckband nach einem beliebigen der vorherigen Ansprüche in Kombination mit dem Gehäuse (**32**), wobei das Gehäuse hinsichtlich seiner Stärke so dimensioniert ist, dass es von dem Schild (**44**) radial nach außen ragt, um gemeinsam mit diesem die Energiedissipation an der ausgeworfenen Schaufel zu deren Sicherung zu ermöglichen.

7. Kombination nach Anspruch 6, wobei das Gehäuse (**32**) sich radial nach innen erstreckende vordere und hintere Haken (**48**, **50**) zum Eingreifen in die vordere bzw. hintere Schiene (**40**, **42**) aufweist und ferner Mittel (**52**, **54**) zum Sichern der Schienen (**40**, **42**) an den Haken umfasst.

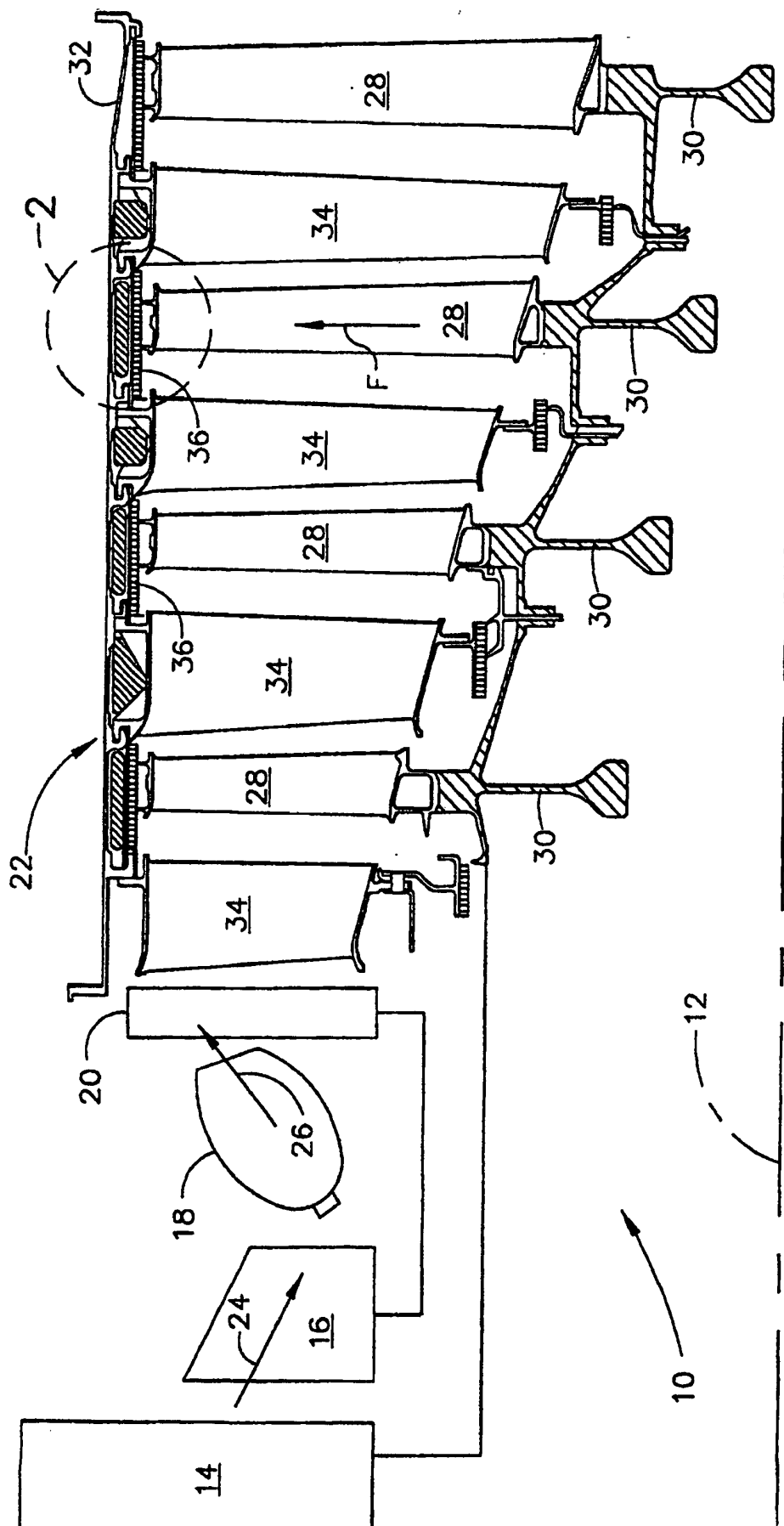
8. Kombination nach Anspruch 6 oder 7, wobei das rückseitige Blech (**38**) ein einheitliches Blech ist, und der Schild (**44**) mindestens dreimal so dick wie die vordere Schiene (**40**) ist.

9. Verfahren zum Nachrüsten einer Niederdruckturbine (**22**), um deren Schaufelsicherungsvermögen zu erhöhen, indem in ihr das dickere Deckband (**36**) nach Anspruch 5 durch ein dünneres Deckband er-

setzt wird, ohne dass die Stärke des Gehäuses **(32)**
geändert wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



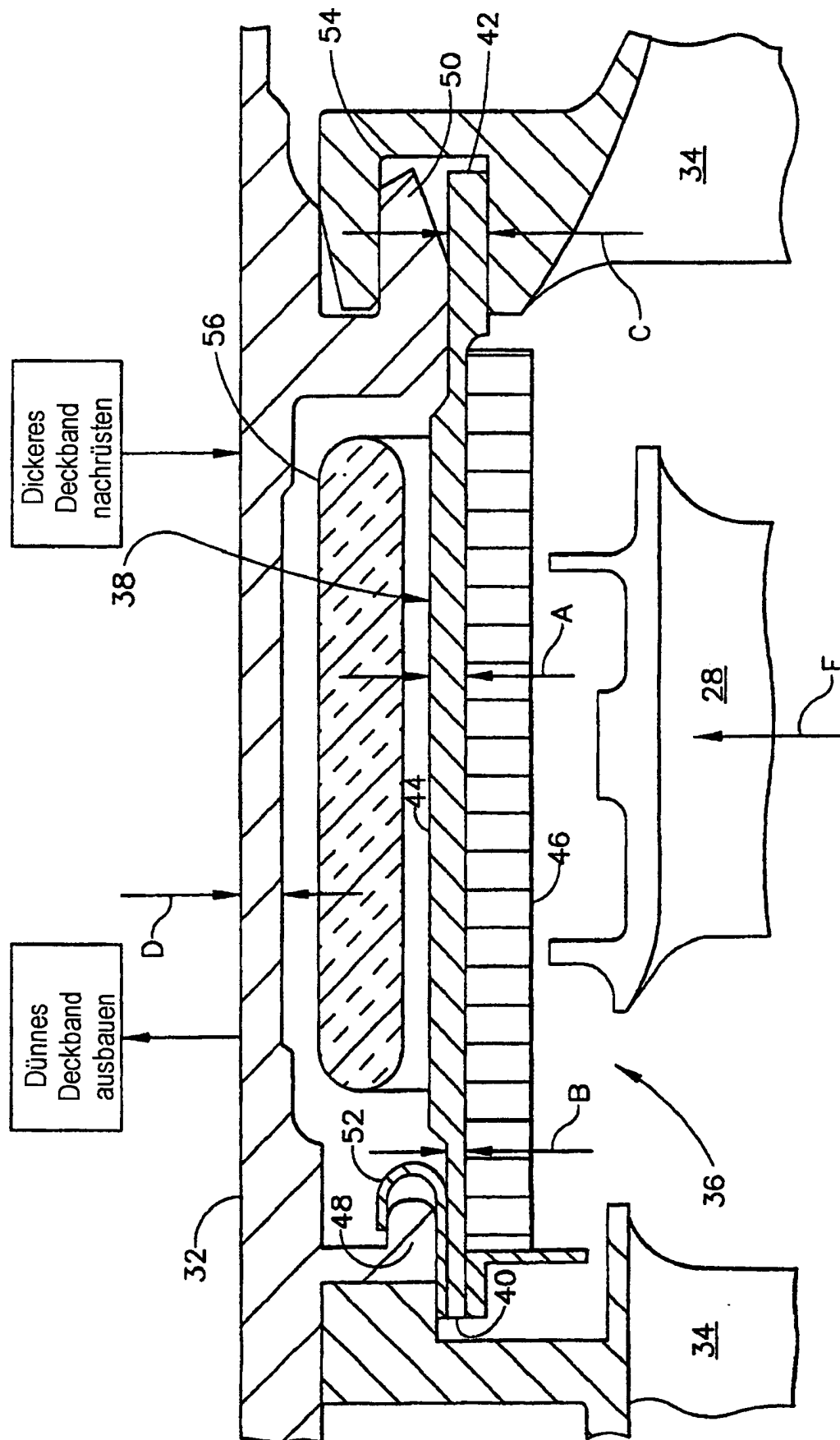


FIG. 2

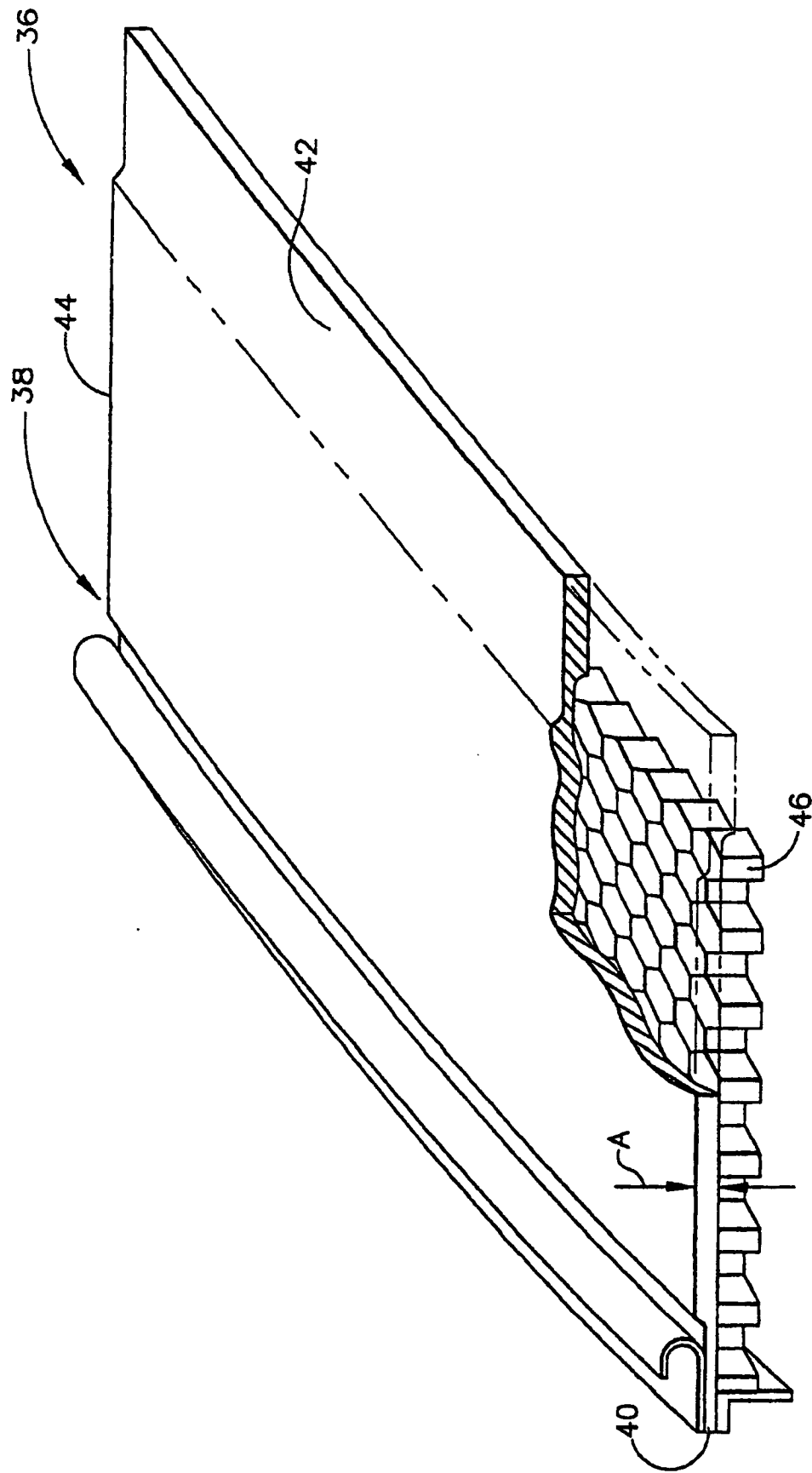


FIG. 3