



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 61 499 A1 2004.07.15

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 61 499.0

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: F16J 15/16

(22) Anmeldetag: 23.12.2003

(43) Offenlegungstag: 15.07.2004

(30) Unionspriorität:  
10/248259 31.12.2002 US

(72) Erfinder:  
Ghasripoor, Farshad, Scotia, N.Y., US; Turnquist,  
Norman Arnold, Sloansville, N.Y., US; Courture,  
Bernard Arthur, Schenectady, N.Y., US; Korzun,  
Ronald Wayne, Clifton Park, N.Y., US

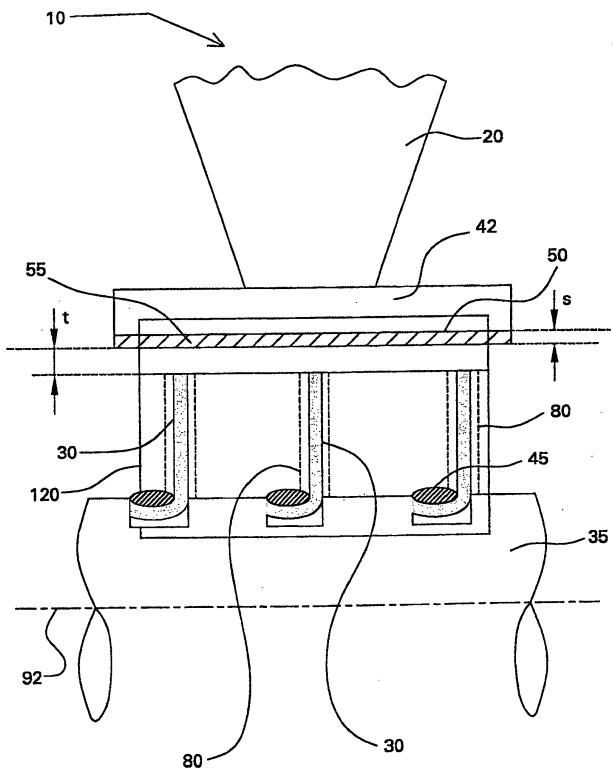
(71) Anmelder:  
General Electric Co., Schenectady, N.Y., US

(74) Vertreter:  
Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Dichtungseinrichtung für eine umlaufende Maschine

(57) Zusammenfassung: Eine Dichtungseinrichtung (120) zum Einsatz in eine umlaufende Maschine (110) ist zwischen einer umlaufenden Komponente (15) und einer feststehenden Komponente (20) der umlaufenden Maschine angeordnet. Die Dichtungseinrichtung weist wenigstens einen an der umlaufenden Komponente oder der feststehenden Komponente befestigten Dichtungsstreifen (30) auf. Die Dichtungseinrichtung beinhaltet außerdem einen abreibbaren Bereich (55), der auf der jeweils anderen Komponente vorgesehen und dem Dichtungsstreifen radial gegenüberliegend angeordnet ist.



## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Dichtungseinrichtungen für umlaufende Maschinen und insbesondere eine Dichtungseinrichtung für eine Dampf- oder Gasturbine.

[0002] Umlaufende Maschinen umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, Dampfturbinen, Kompressoren und Gasturbinen. Eine Dampfturbine enthält einen Dampfströmungsweg, der typischerweise, in Strömungsrichtung hintereinander liegend, einen Dampfeinlass, eine Turbine und einen Dampfauslass aufweist. Eine Gasturbine weist einen Gasströmungsweg auf, der typischerweise, in Strömungsrichtung hintereinander liegend, ein Lufteinlassrohr (oder -einlass), einen Kompressor, eine Brennkammer, eine Turbine und einen Gasauslass (oder eine Auslassdüse) aufweist. Eine Gas- oder Dampfleckage aus einem Bereich höheren Drucks, in einen Bereich niedrigeren Drucks entweder aus dem Gas- oder Dampfströmungsweg heraus oder in den Gas- oder Dampfströmungsweg hinein ist in der Regel unerwünscht. Beispielsweise eine Gasströmungswegleckage in der Turbine oder in dem Kompressorbereich einer Gasturbine zwischen dem Rotor der Turbine oder des Kompressors und dem diesen umgebenden Turbinen- oder Kompressorgehäuse vermindert den Wirkungsgrad der Gasturbine, was zu erhöhten Brennstoffkosten führt. Eine Dampfströmungswegleckage in dem Turbinenbereich einer Dampfturbine zwischen dem Rotor der Turbine und dem diesen rings umgebenden Gehäuse verringert ebenfalls den Wirkungsgrad der Dampfturbine, was zu erhöhten Brennstoffkosten führt.

[0003] Um Gas- und Dampfströmungswegleckagen bei Gas- und Dampfturbinen zu vermindern, werden Labyrinthdichtungseinrichtungen verwendet. Bei Gasturbinen wird häufig eine Dichtungseinrichtung eingesetzt, die eingelassene Dichtungsstreifen aufweist, welche zwischen der umlaufenden und der feststehenden Komponente der Turbine angeordnet sind. Eine solche Dichtungseinrichtung erfordert aber eine Abwägung zwischen dem Turbinenwirkungsgrad und der Unversehrtheit der Dichtungseinheit. So hängt z.B. die Wirksamkeit der Dichtungseinrichtung im Wesentlichen davon ab, dass ein zweckentsprechendes Spiel zwischen den Dichtungsstreifen und der diesen radial gegenüber liegenden umlaufenden Komponente aufrecht erhalten wird. Wird das jeweils zweckentsprechende Spiel überschritten, so sinkt der Wirkungsgrad der Turbine. Unter bestimmten Umständen, bspw. während transienter Zustände und unter Anfahrbedingungen, kann die umlaufende Komponente aus ihrer normalen Stellung auswandern, mit der Folge, dass die umlaufende und die feststehende Komponente störend aufeinander einwirken. Das hat zur Folge, dass die Dichtungsstreifen an der umlaufenden Komponente reiben, wodurch die Dichtungsstreifen möglicherweise beschädigt werden. Um deshalb die Unversehrtheit der Dich-

tungseinrichtung zu bewahren, kann ein Spiel der Dichtungseinrichtung erforderlich sein, das größer als erwünscht ist, wodurch wiederum der Wirkungsgrad der Turbine vermindert wird. Die gegenwärtig angewandte Technik zur Kompensation größerer Spielweiten zwischen der umlaufenden und der feststehenden Komponente beinhaltet die Ausgestaltung der miteinander zusammenwirkenden Oberflächen mit einstückig angefrästen Leisten oder Zähnen. Diese Technik ist aber in der Ausführung teuer und kann den Austausch der umlaufenden Komponente in dem Fall notwendig machen, dass die spanabhebend bearbeitete Verzahnung bei nicht vorhersehbaren transienten Vorgängen beschädigt wird.

[0004] Demgemäß geht der Wunsch dahin, eine preisgünstige Dichtungseinrichtung zu entwickeln, die enge Toleranzen erlaubt, ohne dass sie die Wirksamkeit der Dichtungsstreifen zufolge einer bei vorübergehenden Anlauf- oder Reibvorgängen auftretenden Beschädigung beeinträchtigt.

## Kurze Beschreibung

[0005] Kurz gesagt, wird gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Dichtungseinrichtung zur Anordnung in eine umlaufenden Maschine geschaffen. Die Dichtungseinrichtung ist zwischen einer umlaufenden Komponente und einer feststehenden Komponente der umlaufenden Maschine angeordnet. Die Dichtungseinrichtung weist wenigstens einen an der umlaufenden und/oder der feststehenden Komponente angebrachten Dichtungsstreifen auf. An der jeweils anderen Komponente der umlaufenden und feststehenden Komponente ist ein abreib- oder abnutzbaren Bereich vorhanden, der dem Dichtungsstreifen gegenüberliegend angeordnet ist.

## Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0006] Das Verständnis dieser und anderer Merkmale, Gesichtspunkte und Vorteile der vorliegenden Erfindung wird durch die nachfolgende detaillierte Beschreibung zusammen mit der beigefügten Zeichnung erleichtert, in der gleiche Bezugszeichen in allen Figuren gleiche Teile bezeichnen und in der:

[0007] **Fig. 1** eine schematische Schnittdarstellung einer beispielhaften umlaufenden Maschine ist, die eine umlaufende Komponente, eine feststehende Komponente und einen Dichtungsstreifen aufweist;

[0008] **Fig. 2** eine vergrößerte Detailansicht eines Bereichs X der **Fig. 1** ist, unter Veranschaulichung einer beispielhaften Ausführungsform einer Dichtungseinrichtung, die mehrere Dichtungsstreifen und einen abreib- oder abnutzbaren Bereich aufweist;

[0009] **Fig. 3** eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Dichtungseinrichtung veranschaulicht, die einen in einem Laufschaufeldeckband angeordneten Dichtungsstreifen und einen an eine feststehenden Komponente angeordneten abreib- oder abnutzbaren Bereich aufweist; und

[0010] **Fig. 4** eine beispielhafte Ausführungsform einer federbelasteten Dichtungseinrichtung veranschaulicht.

#### Detaillierte Beschreibung

[0011] Wie in **Fig. 1** dargestellt, weist eine typische umlaufende Maschine **10**, wie eine Dampfturbine (die auch mit den Bezugszeichen **10** bezeichnet ist) typischerweise wenigstens eine umlaufende Komponente **15**, wie einen Rotor **35** oder rotierende Laufschaufeln **65** und eine feststehende Komponente **20**, etwa eine feststehende Dampfdüsenanordnung (auch mit dem Bezugszeichen **20** bezeichnet) auf, die die umlaufende Komponente **15** umgibt. Die umlaufende Komponente **15** und die feststehenden Komponenten **20** sind rings um eine gemeinsame Achse **92** angeordnet. Bei der Dampfturbine **10** wird durch die feststehenden Düsen **20** durchströmender Dampf mit hoher Geschwindigkeit auf die umlaufende Komponente **15** geleitet, wodurch diese mit hoher Drehzahl in Umdrehung versetzt wird. Eine Dichtungseinrichtung **120** wird zunächst unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben. Wie dargestellt, ist die Dichtungseinrichtung **120** zwischen der umlaufenden Komponente **15** und der feststehenden Komponente **20** angeordnet. Weiterhin auf **Fig. 1** bezugnehmend weist die Dichtungseinrichtung **120** wenigstens einen Dichtungsstreifen **30** auf, der entweder an der umlaufenden Komponente **15** oder der feststehenden Komponente **20** befestigt ist. Ein abreibbarer Bereich **55** ist an der jeweils anderen Komponente von der umlaufenden und der feststehenden Komponente **15** bzw. **20** angeordnet.

[0012] Die **Fig. 1, 2** veranschaulichen Ausführungsformen der Dichtungseinrichtung **120**, bei der zumindest ein Dichtungsstreifen **30** an der umlaufenden Komponente **15** befestigt ist, während der abreib- oder abnutzbare Bereich **55** auf der feststehenden Komponente **20** angeordnet ist. Bei der in **Fig. 2** dargestellten speziellen Ausführungsform weist die umlaufende Komponente einen Rotor **35** auf, während die feststehende Komponente Düsen oder Laufschaufeln **20** aufweist, die mit einem Düsen- oder Laufschaufeldeckband **42** versehen sind. Bei der in **Fig. 2** veranschaulichten speziellen Ausführungsform sind eine Reihe von Dichtstreifen **30** an dem Rotor **35** durch geeignete Befestigungsmittel **35**, typischerweise z.B. mittels eines verstemmten Dichtungsdrähtes **45** befestigt. An der Außenfläche **50** des Düsendeckbands **42** ist ein abreibbarer Bereich **55** angeordnet, der dem Dichtungsstreifen **30** radial gegenüber liegt. Bei der in **Fig. 3** veranschaulichten speziellen Ausführungsform zeigt die umlaufende Komponente eine Laufschaufel **65** mit einem Laufschaufelende, während die feststehende Komponente ein Gehäuse **40** aufweist. So wie hier verwendet, ist das Laufschaufelende **60** der Kopf **20** des auf der Laufschaufel **65** angeordneten Deckbands **62**, wie es bspw. in **Fig. 3** veranschaulicht ist. Wie dargestellt, ist

der jeweilige Dichtungsstreifen **30** an dem Laufschaufelende **60** befestigt. Die Dichtungsstreifen **30** haben typischerweise eine Dicke, die zweckmäßigerweise in dem Bereich zwischen etwa 0,005 inches bis etwa 0,100 inches und vorzugsweise zwischen 0,010 inches bis 0,030 inches liegt. Die Dicke der Dichtungsstreifen **30** in dem zweckmäßigen Bereich zu halten, trägt zu der Unversehrtheit des jeweiligen Dichtungsstreifens **30** bei, wenn die Dichtstreifen **30** an dem abreibbaren Bereich **55** anlaufen und dabei eine örtliche plastische Deformation der abreibbaren Partikel hervorrufen. Demgemäß werden durch das Einschließen von Verschleißteilchen zwischen dem Dichtungsstreifen **30** und dem abreibbaren Bereich **55** abreibbare Teilchen von der abreibbaren Beschichtung abgelöst, so dass sich eine neue abreibbare Schicht ausbildet, wodurch ein Einschneiden in den abreibbaren Bereich **55** auf ein Minimum reduziert wird.

[0013] Bezugnehmend auf die **Fig. 2** bis **4** ragt der abreibbare Bereich **55** typischerweise von der Fläche **50, 75, 90** auf der er angeordnet ist, über eine Länge „s“ vor. Ein Radialspiel „t“ im kalten Zustand zwischen dem Dichtungsstreifen und der dem Dichtungsstreifen **30** radial gegenüberliegenden Fläche **50, 75, 90** kann abhängig von Faktoren, wie der maximal erwarteten radialen Auswanderung der Turbinenlaufschaufel **65** oder des Turbinenrotors **35** in den abreibbaren Bereich **55** bestimmt werden. Demgemäß hängt das Radialspiel „t“ im kalten Zustand von der vorbestimmten elastischen Verformung der umlaufenden Maschine **10** und der radialen Auswanderung der Turbinenlaufschaufel **65** oder des Turbinenrotors **35** bei transienten oder Dauerbetriebsbedingungen der umlaufenden Maschine **10** ab. Der abreibbare Bereich **55** schützt den jeweiligen Dichtungsstreifen **30** typischerweise gegen möglichen Verschleiß, wenn der Dichtungsstreifen **30** bei typischen Betriebsbedingungen, bspw. während des Anlassens und während transienter Umstände der umlaufenden Maschine **10**, an der Fläche **50, 75, 90** angreift. Der abreibbare Bereich **55** weist nämlich eine verschleißbare Schutzbeschichtung auf, in die der Dichtungsstreifen **30** ohne Beschädigung des Dichtungsstreifen **30** einschneidet, wenn der Dichtungsstreifen **30** an der Fläche **50, 75, 90**, auf der der abreibbare Bereich **55** angeordnet ist, reibt. Demgemäß kann das Spiel „t“ im kalten Zustand zwischen dem Dichtungsstreifen **30** und der den Dichtungsstreifen **30** radial gegenüberliegenden Fläche **50, 75, 90** auf einem „eng tolerierten“ Wert gehalten werden. Dadurch, dass der „eng tolerierte“ Wert eingehalten wird, wird die Leckage durch einen zwischen dem Dichtungsstreifen **30** und der Fläche **50, 75, 90** vorhandenen Strömungsraum wegen des erhöhten Strömungswiderstandes für das durchströmende Fluid verringert. Durch die Verringerung der Leckage durch den Strömungsraum werden der gesamte Wirkungsgrad und das Betriebsverhalten der umlaufenden Maschine **10** verbessert.

[0014] Fluchtungsfehler zwischen der umlaufenden

Komponente **15**, wie etwa der Laufradbeschaufelung **65** oder dem Rotor **35** und der feststehenden Komponente, wie etwa dem Gehäuse **40** oder den Düsen oder dem Leitapparat **20** haben zur Folge, dass die Dichtungsstreifen **30** auf den abreibbaren Bereich **55** zum Eingriff kommen. Wenn ein Dichtstreifen **30** über die Oberfläche des abreibbaren Bereiches **55** schleift werden durch die kombinierte Wirkung der Rotations- oder Umlaufbewegungskräfte und der das Eindringen hervorrufenden Kräfte Teilchen in der abreibbaren Beschichtung freigesetzt, wodurch ein Einschneiden in den abreibbaren Bereich **55** hervorgerufen wird. Demgemäß sollen die abreibbaren Materialien zweckmäßigerweise unter all den möglichen Schnittbedingungen stabil bleiben, ohne Bruch, Delaminierung oder Hervorrufen von Schäden beim Reiben an der umlaufenden Komponente. Insbesondere soll die auf der Fläche **50**, **75**, **90** angeordnete abreibbare Beschichtung zweckmäßigerweise eine so große Porosität aufweisen, dass dadurch eine Beschädigung der Dichtungsstreifen **30** verhütet wird. So soll die abreibbare Beschichtung bspw. eine Porosität in einem Bereich von etwa 15 bis 60 Volumenprozent und insbesondere in einem Bereich von etwa 25 bis 50 Volumenprozent aufweisen. Darüberhinaus soll die auf den Flächen **50**, **75**, **90** angeordnete abreibbare Beschichtung eine Dicke zwischen etwa 0,001 inches bis etwa 0,15 inches und insbesondere von etwa 0,010 inches bis etwa 0,060 inches und im besonderen zwischen 0,015 inches bis 0,055 inches aufweisen.

[0015] Ein abriebbares Material soll deshalb zweckmäßigerweise unterschiedliche Verschleißmechanismen und sich ändernde Reibbedingungen zulassen, zu denen ohne darauf beschränkt zu sein z.B. gehören: Dichtungsstreifenmaterial, Betriebstemperatur der Dichtungseinrichtung, Geschwindigkeit von radialen Endteilen (Spitzen) der umlaufenden Komponente und Eindringmaß. Demzufolge weisen exemplarische Dichtungsstreifen **30** Materialien auf wie austenitischer Edelstahl, ferritischer Edelstahl, Supergierung (superalloy) auf Nickelbasis, Supergierung (superalloy) auf Kobaltbasis, polymeres Material und deren Kombinationen. Bei einer in **Fig. 2** dargestellten Ausführungsform weist der Dichtungsstreifen **30** eine abrasive Beschichtung **80** auf, um seine Verschleißfestigkeit weiter zu verbessern. Zu exemplarischen abrasiven Beschichtungen **80** gehörten Aluminium, Chromcarbid, und Stellit.

[0016] Zu exemplarischen abreibbaren Materialien zur Ausbildung des abreibbaren Bereiches **55** gehören durch thermisches Spritzen aufgebrachtes Beschichtungsmaterial, Sintermetallfasermaterial wie Feltmetal™ (vertrieben durch Technetics Corp., DeLand, FL) und ein eine Wabenstruktur aufweisendes Material. Zu beispielhaften Materialien mit Wabenstruktur gehören metallische oder keramische Materialien, die mit einer Wabenstruktur ausgebildet sind. Beispielhafte durch thermisches Spritzen aufgetragenen Beschichtungsmaterialien weisen eine erste

Komponente, bspw. Kobalt, Nickel, Chrom Aluminium Yttrium (im Nachfolgenden als CoNiCrAlY bezeichnet) und eine zweite Komponente, bspw. hexagonales Bornitrid, eine warmhärtendes Polymeres oder eine Kombination dieser Materialien auf. Materialien wie hexagonales Bornitrid tragen dazu bei die Struktur aufzulockern, wodurch die Abreibbarkeit der abreibbaren Beschichtung verbessert wird. Für den Fachmann versteht sich, dass auch andere feste Schmiermittel verwendet werden können. Die jeweils gewünschte Porosität der abreibbaren Beschichtung wird typischerweise durch eine entsprechende Steuerung des thermischen Sprühbeschichtungsvorgangs selbst oder durch Zugabe des warmhärtenden Polymeren erreicht. Zu exemplarischen warmhärtenden Polymeren gehören Polyester und Polyamide.

[0017] Die Dichtungseinrichtung **120** kann darüberhinaus zusätzliche Dichtungsmechanismen enthalten, um die Abdichtung zu verbessern. Bei der in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsform weist die Dichtungseinrichtung **120** außerdem einen federbelasteten Dichtungsträger mit wenigstens einer Feder **110** auf, die so angeordnet ist, dass sie das Dichtungsträgersegment **100** in unmittelbarer Nähe zu der umlaufenden Komponente **35** hält. Der abreibbare Bereich **55** ist auf der oberen Fläche **90** des Dichtungsträgersegments **100** angeordnet. Zu exemplarischen Federn **110** gehören Blatt- und Schraubenfedern. Die Federn **110** üben, in die umlaufende Maschine **10** eingebaut, eine Radialkraft aus, die typischerweise in einem Bereich von etwa dem 2- bis etwa dem 5-fachen des Gewichtes des sich abstützenden Trägersegmentes **100** beträgt. Im Betrieb brauchen die Federn **110** lediglich so viel Kraft aufzubringen, dass das Dichtungsträgersegment **100** radial an der feststehenden Komponente **40** „satt anliegt“ und das Dichtungsträgersegment **100** in unmittelbarer Nähe des Turbinenrotors **35** gehalten ist.

[0018] Für den Fachmann liegt auf der Hand, dass, wenngleich die Erfindung hier ordnungsgemäß veranschaulicht und beschrieben wurde, so doch Abwandlungen und Veränderungen an den mitgeteilten Ausführungsformen vorgenommen werden können ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen. Demgemäß decken die beigefügten Patentansprüche alle derartigen Abwandlungen und Änderungen, die in den Schutzbereich der Erfindung fallen.

## Bezugszeichenliste

10	umlaufende Maschine
15	umlaufende Komponente
20	feststehende Komponente (Düse)
30	Dichtungsstreifen
35	Rotor
40	feststehende Komponente (Gehäuse)
42	Düsendeckband
45	Dichtungsstreifenbefestigung
50	Außenseite oder -fläche des Düsendeckbands
55	abreibbarer Bereich
60	Kopf des Laufschaufeldeckbands
62	Laufschaufeldeckband
65	Laufschaufel
75	obere Gehäusefläche
80	abrasive Beschichtung auf dem Dichtungsstreifen
90	obere Fläche des Dichtungsträgersegments
92	gemeinsame Achse von umlaufender und feststehender Komponente
100	Dichtungsträgersegment
110	Feder
120	Dichtungseinrichtung

## Patentansprüche

1. Dichtungseinrichtung (120), die in einer umlaufenden Maschine (10) zwischen einer umlaufenden Komponente (15) und einer feststehenden Komponente (20) der umlaufenden Maschine (10) angeordnet ist, wobei die Dichtungseinrichtung aufweist:

- wenigstens einen Dichtungsstreifen (30), der entweder an der umlaufenden oder der feststehenden Komponente befestigt ist; und
- einen abreibbaren Bereich (55), der auf der jeweils anderen von der umlaufenden und der feststehenden Komponente vorgesehen und wenigstens einem Dichtungsstreifen radial gegenüberliegend angeordnet ist.

2. Dichtungseinrichtung (120) nach Anspruch 1, bei der der wenigstens eine Dichtungsstreifen (30) an der umlaufenden Komponente (15) befestigt ist und bei der der abreibbare Bereich (55) auf der feststehenden Komponente (20) angeordnet ist.

3. Dichtungseinrichtung (12) nach Anspruch 2, bei der die umlaufende Komponente (15) einen Rotor (35) aufweist und der wenigstens eine Dichtungsstreifen (30) an dem Rotor befestigt ist.

4. Dichtungseinrichtung (120) nach Anspruch 2, bei der die umlaufende Komponente (15) eine Laufschaufel (65) mit einem Laufschaufelende (60) aufweist, wobei der wenigstens eine Dichtungsstreifen (30) an dem Laufschaufelende befestigt ist.

5. Dichtungseinrichtung (120) nach Anspruch 2, bei der der wenigstens eine Dichtungsstreifen (30) eine Dicke in einem Bereich von etwa 0,005 inches bis etwa 0,1 inches aufweist.

6. Dichtungseinrichtung (120) nach Anspruch 5, bei der der wenigstens eine Dichtungsstreifen (30) eine Dicke in einem Bereich zwischen etwa 0,01 inches bis etwa 0,03 inches aufweist.

7. Dichtungseinrichtung (120) nach Anspruch 2, bei der die feststehende Komponente (20) ein Gehäuse (40) aufweist, wobei der abreibbare Bereich (55) auf dem Gehäuse angeordnet ist.

8. Dichtungseinrichtung (120) nach Anspruch 2, bei der die feststehende Komponente (20) eine Düse oder Laufschaufel (20) mit einem Deckband (42) aufweist, wobei der abreibbare Bereich (55) auf dem Deckband (42) angeordnet ist.

9. Umlaufende Maschine (10) mit mehreren Stufen, die aufweist:

- eine umlaufende Komponente (15);
- eine feststehende Komponente (20), die die umlaufende Komponente umschließt, wobei die umlaufende Komponente und die feststehende Komponente sich rings um eine gemeinsame Achse erstrecken; und
- eine Dichtungseinrichtung (120), die zwischen der umlaufenden Komponente und der feststehenden Komponente angeordnet ist wobei die Dichtungseinrichtung wenigstens einen entweder an der umlaufenden oder der feststehenden Komponente befestigten Dichtungsstreifen (830) aufweist und auf der jeweils anderen Komponente von der umlaufenden und der feststehenden Komponente ein abreibbarer Bereich (55) vorgesehen ist, wobei der abreibbare Bereich dem wenigstens einen Dichtungsstreifen radial gegenüberliegend angeordnet ist.

10. Umlaufende Maschine (10) nach Anspruch 9, bei der der Dichtungsstreifen (30) an der umlaufenden Komponente (15) angeordnet und der abreibbare Bereich (55) auf der feststehenden Komponente (20) vorgesehen ist, wobei der abreibbare Bereich dem Dichtungsstreifen radial gegenüberliegend angeordnet ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

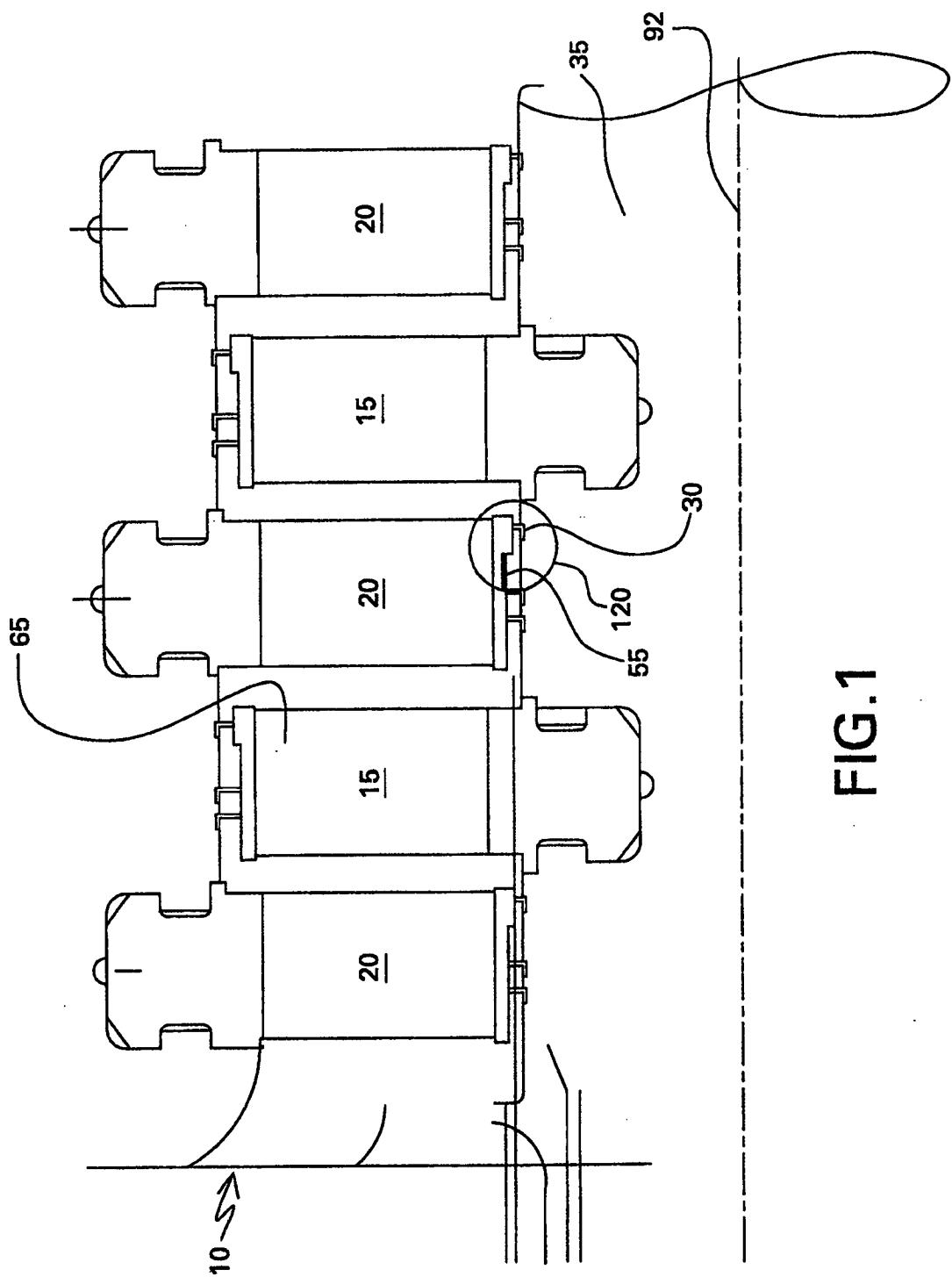
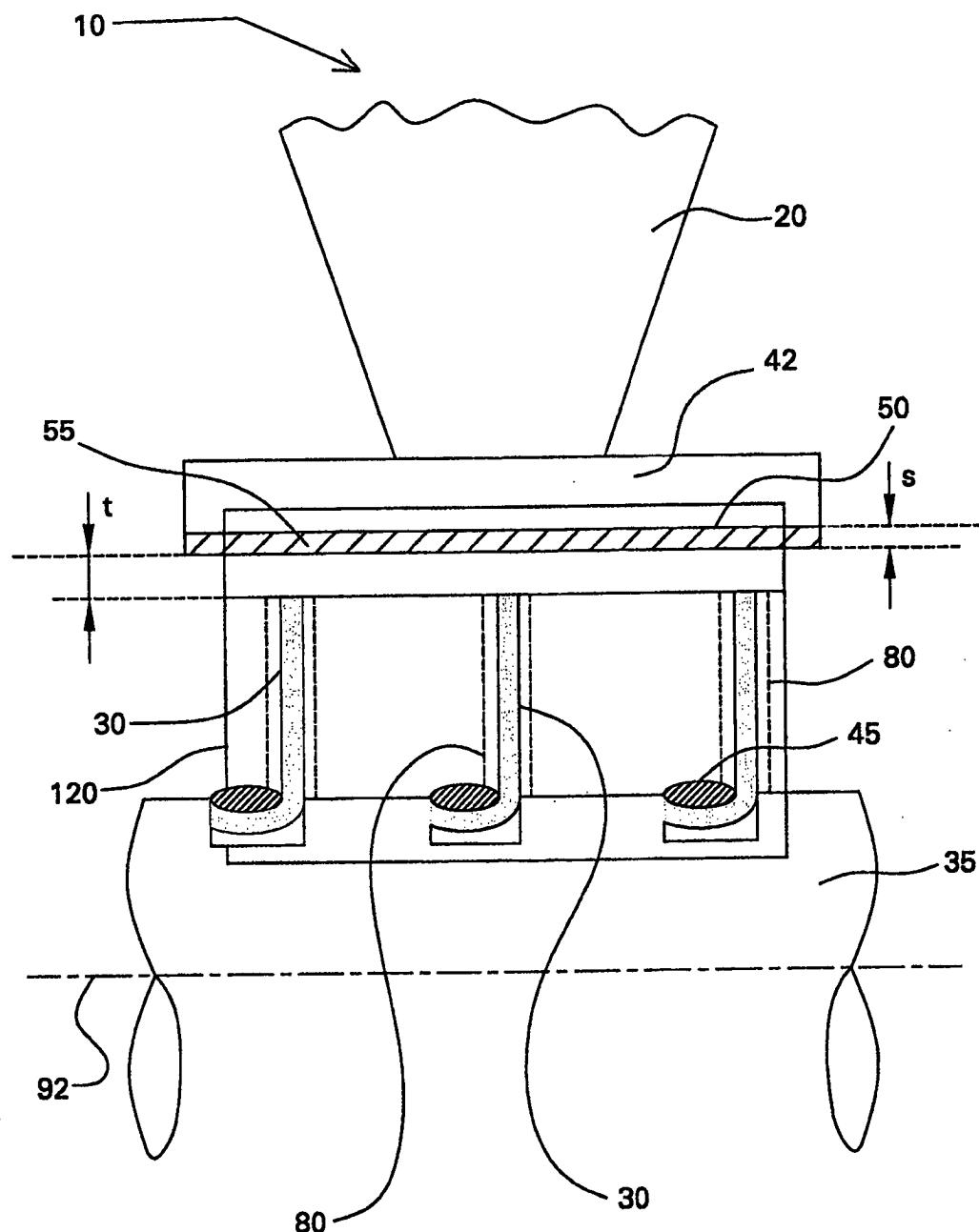
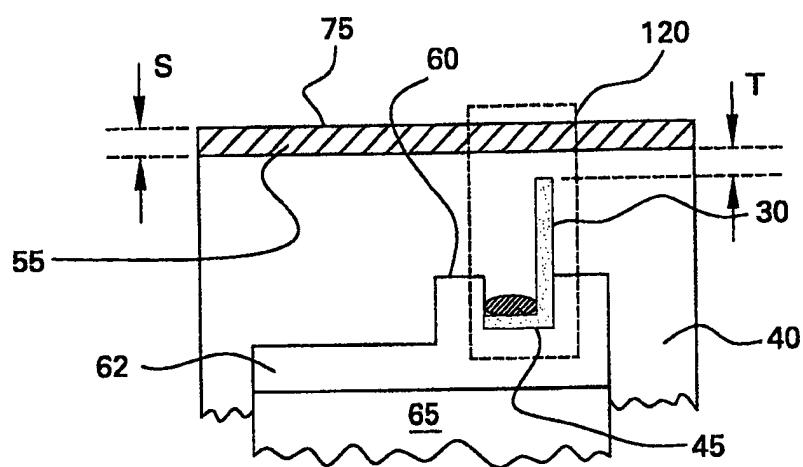


FIG. 1



**FIG.2**



**FIG.3**

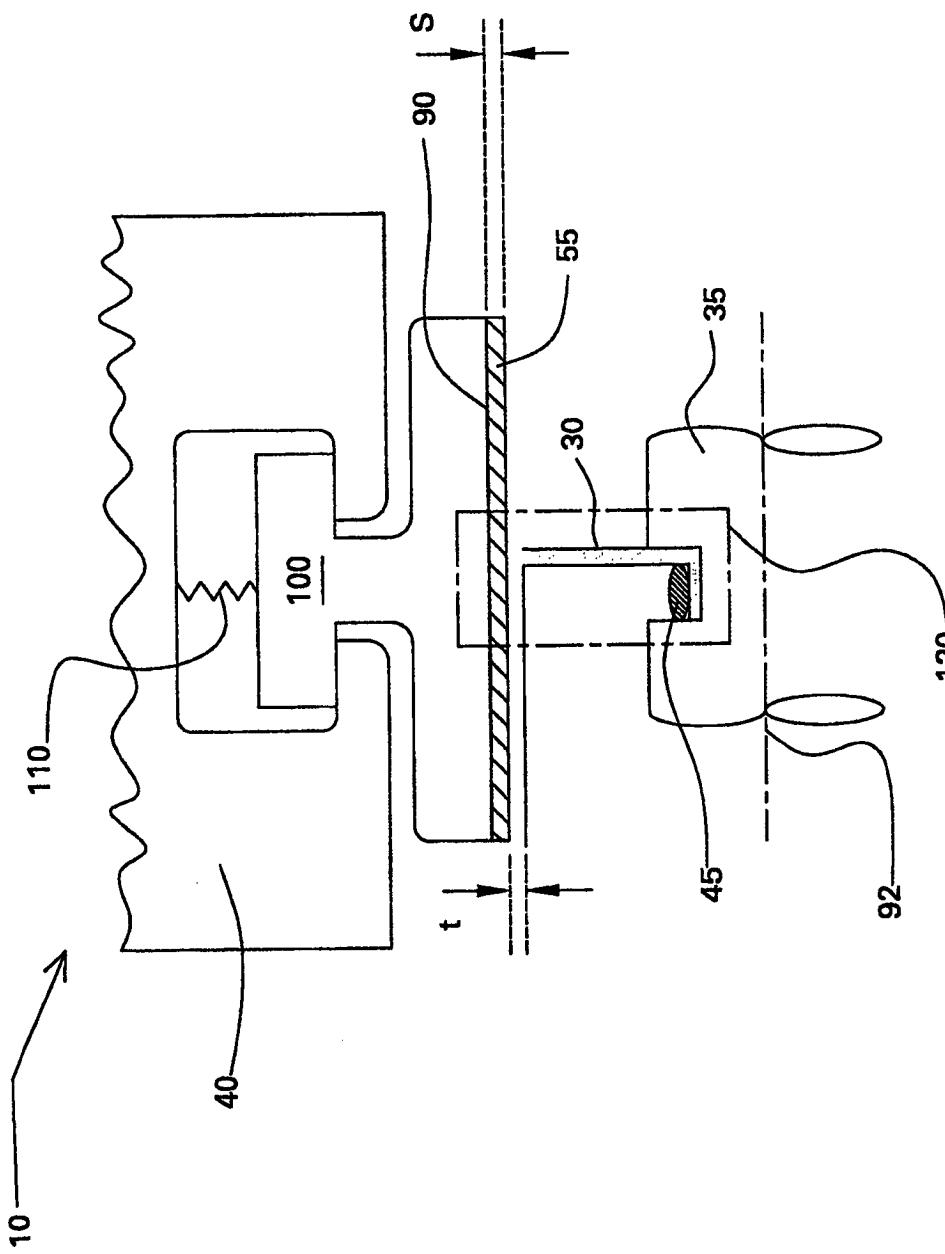


FIG.4