



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 667 897 A5

⑤① Int. Cl.⁴: F 01 D 1/02
F 01 D 5/30

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

// F 02 C 7/12

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 6115/84

②② Anmeldungsdatum: 19.12.1984

③⑩ Priorität(en): 22.12.1983 US 564449

②④ Patent erteilt: 15.11.1988

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.11.1988

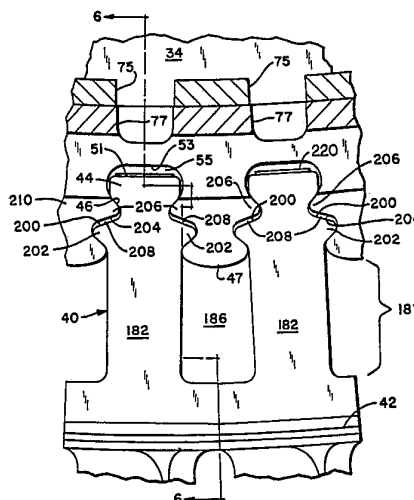
⑦③ Inhaber:
United Technologies Corporation, Hartford/CT
(US)

⑦② Erfinder:
Johnson, Thomas G., West Palm Beach/FL (US)

⑦④ Vertreter:
Hug Interlizenz AG, Zürich

⑤④ Laufradanordnung in einer Gasturbine.

⑤⑦ Bei der Laufradanordnung arbeiten die Schaufelfussnuten (46) rings um den Umfang einer Laufradscheibe (34) mit den in den Nuten (46) angeordneten Schaufelfüßen (40) zusammen, um zwei Kühlluftkanäle (55, 208) quer durch jede Nut (46) zu bilden. Die Kühlluftkanäle (55, 208) quer über jede Nut (46) sind untereinander in Reihe angeordnet. Kühlluft von einer Stelle stromauf der Laufradscheibe (34) wird einem Kühlluftkanal (55) einer jeden Nut (46) zugeführt, so dass die Kühlluft nach hinten quer durch die Nut (46) hindurchfließt. Die gleiche Luft wird dem Einlass des anderen Kühlluftkanals (208) zugeführt, worauf die Luft nach vorne durch die Nut (46) fließt und für eine zusätzliche Kühlung der Schaufelfüße (40) und der Laufradscheibe (34) sorgt. Anwendung erfolgt insbesondere in einer Gasturbinenanlage zur Herabsetzung des Kühlluftverbrauches.



PATENTANSPRUCH

Lauftradanordnung in einer Gasturbine, mit einer Laufradscheibe (34), die eine Achse, eine vordere Stirnseite (48), eine hintere Stirnseite (50), einen Kranz (53) und eine Vielzahl von axial verlaufenden Nasen (47) aufweist, wobei die Nasen (47) in gegenseitigem Abstand längs des Umfanges angeordnet sind und radial nach aussen vom Kranz (53) abstehen und mit dem Kranz aus einem Stück bestehen, und wobei Schaufelfussnuten (46) zwischen den benachbarten Nasen (47) liegen, und die Nuten (46) jeweils eine axial verlaufende Fläche haben, wobei jede Nase (47) eine nach vorne weisende Stirnfläche hat, einer Vielzahl von Schaufeln (36), von denen jede einen Fuss (40) und ein mit dem Fuss (40) aus einem Stück bestehendes Blatt (38) aufweist, wobei jeder Fuss (40) eine nach vorne weisende Stirnfläche hat, in einer Nut (46) angeordnet ist und eine radial nach innen weisende Endfläche (51) besitzt, die vom Kranz (53) einen Abstand hat, um einen ersten Kühlluftkanal (55) dazwischen zu bilden, der axial durch die Nut (46) verläuft, wobei der erste Kühlluftkanal (55) einen Einlass (212) an der vorderen Stirnseite (48) der Scheibe (34) und einen Auslass (214) an der hinteren Stirnseite (50) der Scheibe (34) aufweist, wobei der Schaufelfuss (40) mindestens einen axial verlaufenden Fusszahn (202) besitzt, der eine radial nach innen weisende, axial verlaufende Fläche (200) hat, und wobei die Nase (47) der Scheibe (34) einen axial verlaufenden Nasenzahn (206) aufweist, der eine radial nach aussen weisende, axial verlaufende Fläche (204) hat, die der nach innen weisenden Fläche (200) des Fusszahnes (202) gegenüberliegt, einer ringförmigen ersten Deckplatte (178), welche die vorderen Stirnflächen der Nasen (47) und die vorderen Stirnflächen der Füsse (40) überdeckt, und einer Einrichtung, welche mit der vorderen Stirnseite (48) der Scheibe (34) zusammenarbeitet, um mindestens eine erste Kammer zu bilden, die in Strömungsverbindung mit dem Einlass (212) des ersten Kühlluftkanals (55) steht, um einen Kühlluftstrom zu erzeugen, dadurch gekennzeichnet, dass die radial nach aussen weisende, axial verlaufende Fläche (204) des Nasenzahnes (206) in einem geringen Abstand von der nach innen weisenden Fläche (200) des Fusszahnes (202) angeordnet ist, um einen zweiten Kühlluftkanal (208) zu bilden, der axial durch die Nut (46) zwischen den gegenüberliegenden Zahnflächen (200, 204) verläuft und einen Einlass (209) an der hinteren Stirnseite (50) sowie einen Auslass (211) an der vorderen Stirnseite (48) aufweist und in Reihe mit dem ersten Kühlluftkanal (55) angeordnet ist, eine zweite Deckplatte (188) mit der hinteren Stirnseite (50) der Scheibe (34) zusammenwirkt, um einen Weg für einen Gasstrom zu bilden, welcher den Auslass (214) des ersten Kanals (55) und den Einlass (209) des zweiten Kanals (208) miteinander verbindet, jede Schaufel (36) mit einer Plattform (42) versehen ist und einen Schaufelschaft (187) zwischen dem Zahn (202) des Fusses (40) und der Plattform (42) aufweist, die vordere Stirnfläche einer jeden Nase (47) an der radialen Stelle des zweiten Kühlluftkanals (208) gegenüber der ersten Deckplatte (178) zurückgeschnitten ist, um den Auslass (211) des zweiten Kühlluftkanals (208) zu bilden, wobei der zurückgeschnittene Teil (210) die Kühlluftströmung durch die Nuten (46) dosiert, zweite Kammern (186) zwischen den Schaufelschäften (187) gebildet sind, wobei der Auslass (211) des zweiten Kühlluftkanals (208) über den zurückgeschnittenen Teil (210) der Nase (47) mit einer der zweiten Kammern (186) in Verbindung ist, das Blatt (38) eine Kühlluftkammer (215) aufweist und der Schaufelfuss (40) einen radial verlaufenden Durchtrittskanal (216) aufweist, der einen Einlass (218) an der inneren Endfläche (51) des Fusses (40) besitzt und die Kühlluftkammer (215) im Schaufelblatt (38) mit dem ersten Kühlluftkanal (55) der Fussnut (46) verbindet, und eine dünne Platte (220) im ersten Kühlluftkanal (55) den Einlass (218) des

Durchtrittskanals (216) überdeckt und eine Dosieröffnung (222) aufweist, die mit dem Einlass (218) des Durchtrittskanals (216) ausgerichtet ist, um die Menge des Luftstromes vom ersten Kühlluftkanal (55) an die Kammer (215) des Schaufelblattes (38) zu dosieren.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung bezieht sich auf eine Lauftradanordnung in einer Gasturbine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs.

Im heissen Turbinenteil einer Gasturbinenanlage ist es erforderlich, dass die Füsse der Schaufeln und der Kranz der Laufradscheibe sowie die Nasen der Laufradscheibe während des Betriebes der Gasturbinenanlage gekühlt werden. Dies wird gewöhnlich dadurch erreicht, dass Kühlluft quer durch die Laufradscheibe durch axiale Kanäle hindurchgeschickt wird, die in der Schaufelfussnut zwischen dem inneren Ende des Schaufelfusses und dem Kranz der Laufradscheibe ausgebildet sind. Der kühlende Luftstrom tritt einmal durch die Nut in Richtung der Gasströmung hindurch und gelangt in eine Kammer auf der stromabliegenden Seite der Laufradscheibe.

Es ist bei Gasturbinenanlagen auch üblich, die Blätter der Schaufeln «hohl» auszugestalten. Dies bedeutet, dass Kanäle und/oder Kammern in den Schaufelblättern für den Durchtritt von Kühlluft vorgesehen sind, um die Temperatur der Schaufelblätter unter einem vorbestimmten Wert zu halten. Es ist bekannt, einen Teil der Kühlluft von einer stromauf der Laufradscheibe liegenden Stelle in die hohlen Schaufelblätter über radial verlaufende Versorgungskanäle durch den vergrösserten Kranz der Laufradscheibe zu führen. Diese Versorgungskanäle stehen mit radial verlaufenden Durchgängen durch die Schaufelfüsse in Verbindung, wodurch den hohlen Schaufelblättern Kühlluft zugeführt wird.

In einem zweistufigen Turbinenteil werden beide Stufen mit Hilfe von Kühlluft gekühlt, die aus einer Kammer stromauf der Laufradscheibe der ersten Stufe kommt. Die Kühlluft für den Kranz und die Schaufeln der Laufradscheibe der zweiten Stufe wird von dieser stromaufliegenden Kammer über axial verlaufende Löcher in der Laufradscheibe der ersten Stufe in eine Zwischenkammer geführt, die zwischen den Laufradscheiben der ersten und zweiten Stufe ausgebildet ist. Die Kühlluft fliesst dann beispielsweise von der Zwischenkammer in die hohlen Schaufelblätter des Laufrades der zweiten Stufe über dosierende Versorgungskanäle, die sich im wesentlichen radial durch den vergrösserten Kranz der Laufradscheibe erstrecken. Die dosierenden Versorgungskanäle stehen mit den Durchgängen durch die Schaufelfüsse in Verbindung, welche die hohlen Schaufelblätter mit Kühlluft speisen.

Es ist wünschenswert, die Menge an Kühlluft auf ein Minimum herabzusetzen, die erforderlich ist, um die Betriebstemperaturen auf einem annehmbaren Wert zu halten, da dies den Wirkungsgrad der Gasturbinenanlage verbessert. Es ist auch wünschenswert, das Vorsehen von Löchern durch die Laufradscheiben zu vermeiden, da diese Löcher die Laufradscheibe schwächen und die Lebensdauer der Laufradscheibe begrenzen.

Es ist daher hauptsächlich Ziel und Zweck der Erfindung, die Menge an Kühlluft herabzusetzen, die erforderlich ist, um die Schaufelfüsse und die Nasen der Scheibe des Laufrades einer Gasturbinenanlage innerhalb annehmbarer Betriebstemperaturen zu halten.

Gemäss der Erfindung wird dies durch die Merkmale des kennzeichnenden Teiles des Anspruchs erreicht.

Beim Stand der Technik hatte die Kühlluft, die einmal durch die Nut in Strömungsrichtung hindurchgetreten ist, noch ein zusätzliches Kühlvermögen, das im wesentlichen ungenutzt geblieben ist. Bei der erfindungsgemässen Laufradanordnung wird diese verhältnismässig kühle Luft durch die Nut in entgegengesetzter Strömungsrichtung zurückgeführt. Die Kühlanordnung gemäss der Erfindung benötigt 26% weniger Menge an Kühlluft, als dies beim Stand der Technik der Fall ist.

Die vorstehenden Ausführungen und weitere Merkmale und Vorteile der Laufradanordnung gehen aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen anhand von Zeichnungen näher hervor. In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 einen vereinfachten Querschnitt durch den Turbinenteil einer Gasturbinenanlage mit Merkmalen gemäss der Erfindung,

Fig. 2 einen Querschnitt längs der Linie 2-2 in Fig. 1,

Fig. 3 einen Querschnitt längs der Linie 3-3 in Fig. 1,

Fig. 4 einen Querschnitt längs der Linie 4-4 in Fig. 1,

Fig. 5 eine beim Blick nach hinten gesehene perspektivische Darstellung eines Segments des ringförmigen, hinteren Schaufelhalters für das Turbinenlaufrad der ersten Stufe,

Fig. 6 einen teilweise gebrochenen Querschnitt längs der Linie 6-6 in Fig. 3 und

Fig. 7 einen Querschnitt längs der Linie 7-7 in Fig. 6.

Das in Fig. 1 gezeigte Ausführungsbeispiel stellt einen Turbinenteil 10 einer Gasturbinenanlage dar. Es sind nur die ersten beiden Stufen des Turbinenteils gezeigt. Die Laufradanordnung der ersten Stufe trägt das Bezugszeichen 12. Die Laufradanordnung der zweiten Stufe ist mit dem Bezugszeichen 14 versehen.

Die erste Laufradanordnung 12 weist eine Scheibe 16 mit einer Vielzahl von Schaufeln 18 auf, die in gegenseitigem Abstand rings um den Umfang der Scheibe angeordnet sind. Jede Schaufel 18 besitzt einen Fuss 22 und ein Blatt 20 mit einer einstückig angeformten Plattform 25. Wie aus Fig. 2 hervorgeht, weist der Fuss 22 ein tannenbaumartig geformtes Ende 24 auf, das in einer ähnlich tannenbaumartig geformten Nut 26 angeordnet ist. Die Nut 26 verläuft axial durch die Scheibe 16 von deren vorderen Stirnseite 28 zu deren hinteren Stirnseite 30. Die Nuten 26 sind zwischen Nasen 32 ausgebildet. Axial verlaufende Kanäle 35 für die Kühlluft sind zwischen einer innersten Endfläche 37 des Fussendes 24 und einem Kranz 39 der Laufradscheibe 16 ausgebildet. Die Kanäle 35 dienen für den Transport der Kühlluft durch die Nuten 26 von einem vorderen Ringraum 31 auf der Vorderseite der Scheibe 16 zu einem hinteren Ringraum 33 auf der Rückseite der Scheibe 16, um die Fussenden 24 der Schaufeln, die Nasen 32 der Scheibe 16 und den Kranz 39 der Scheibe 16 zu kühlen. Ein Teil der durch die Kanäle 35 hindurchfliessenden Kühlluft wird in Kanäle oder Kammern 23 in den Schaufelblättern 20 über Durchgänge 27 abgeleitet, welche durch die Fussenden 24 der Schaufeln hindurchführen. Die Durchgänge 27 haben Einlässe 29, welche über die Nuten 26 direkt mit den Kanälen 35 in Verbindung stehen.

Die zweite Laufradanordnung 14 weist eine Scheibe 34 mit einer Vielzahl von Schaufeln 36 auf, die in gegenseitigem Abstand ringsum den Umfang der Scheibe 34 angeordnet sind. Wie am besten aus den Figuren 1 und 3 hervorgeht, besitzt jede Schaufel 36 einen Fuss 40 und ein Blatt 38 mit einer einstückig angeformten Plattform 42. Der Fuss 40 weist ein tannenbaumartig geformtes Ende 44 auf, das in einer ähnlich tannenbaumartig geformten Nut 46 angeordnet ist. Die Nuten 46 sind zwischen Nasen 47 der Scheibe 34 ausgebildet. Die Nuten 46 verlaufen axial durch die Scheibe 34 von deren vorderen Stirnseite 48 zu deren hinteren Stirnseite 50. Die innerste, radial nach innen weisende Fläche 51 eines jeden

Fussendes 44 ist in einem radialen Abstand von der radial nach aussen weisenden Bodenfläche 53 der Nut 46 angeordnet, die den Kranz der Scheibe 34 darstellt. Hierdurch wird dazwischen ein erster, axial verlaufender Kühlluftkanal 55 gebildet, welcher Kühlluft durch die Nut 46 der Scheibe 34 von einer Kammer 66 auf der Vorderseite der Scheibe 34 zu einem ringförmigen Raum 57 auf der Rückseite der Scheibe 34 führt. Weitere Gesichtspunkte der Kühlanordnung für die Scheibe und Schaufeln der zweiten Stufe des Turbinenteils werden im nachstehenden noch beschrieben.

Die Scheiben 16 und 34 sind mit einer Wellenanordnung 52 über ein ringförmiges Stützteil 54 verbunden, das mit der Wellenanordnung 52 bei 56 verkeilt ist. Die Scheibe 16 weist einen mit einem Flansch versehenen zylindrischen Haltearm 58 auf, während die Scheibe 34 einen mit einem Flansch versehenen, zylindrischen Haltearm 60 besitzt. Die mit Flanschen versehenen Haltearme 58 und 60 sind mit dem ringförmigen Stützteil 54 durch geeignete Einrichtungen, beispielsweise durch eine Vielzahl von Einheiten 62 aus Schraubenbolzen und Muttern verbunden.

Ein Abstandsring 64 ist radial ausserhalb der mit Flanschen versehenen Haltearme 58 und 60 angeordnet. Der Abstandsring 64 verläuft axial zwischen der hinteren Stirnseite 30 der Scheibe 16 der ersten Stufe und der vorderen Stirnseite 48 der Scheibe 34 der zweiten Stufe. Der Abstandsring 64 begrenzt eine ringförmige Zwischenkammer 66 für Kühlluft. Die Zwischenkammer 66 liegt radial ausserhalb der Haltearme 58 und 60 und verläuft axial zwischen der hinteren Stirnseite 30 der Scheibe 16 und der vorderen Stirnseite 48 der Scheibe 34. Das vordere Ende 68 des Abstandsringes 64 besitzt eine radial nach aussen weisende zylindrische Fläche 70, die mit einer entsprechenden, radial nach innen weisenden zylindrischen Fläche 72 der hinteren Stirnseite 30 in Eingriff steht. Die zylindrische Fläche 70 weist eine Vielzahl von bogenförmigen Auszackungen oder Ausschnitten 71 (Fig. 4) auf, die in gegenseitigem Abstand ringsum den Umfang der zylindrischen Fläche 70 angeordnet sind und axial über die zylindrische Fläche 70 verlaufen, um einen Kühlluftstrom aus dem hinteren Ringraum 33 in die Zwischenkammer 66 zu dosieren, wie dies später noch erläutert werden wird. Das hintere Ende 74 des Abstandsringes 64 besitzt in ähnlicher Weise eine radial nach aussen weisende zylindrische Fläche 76, die mit einer entsprechenden, radial nach innen weisenden zylindrischen Fläche 78 der vorderen Stirnseite 48 der Scheibe 34 in Eingriff steht. Der Abstandsring 64 wird auf diese Weise von den Scheiben 16 und 34 radial abgestützt, so dass sich der Abstandsring mit den beiden Scheiben dreht. Eine Vielzahl von radial verlaufenden Nuten 75 ist am hinteren Ende 74 des Abstandsringes 64 in gegenseitigem Abstand ringsum den Umfang angeordnet. Die radial verlaufenden Nuten 75 sind mit einer Vielzahl von radial verlaufenden Nuten 77 ausgerichtet, die in gegenseitigem Abstand ringsum den Umfang in der vorderen Stirnseite 48 der Scheibe 34 angeordnet sind. Die radial verlaufenden Nuten 75 und 77 bilden Durchtrittskanäle für den Kühlluftstrom aus der Zwischenkammer 66 in und durch die ersten Kühlluftkanäle 55 in den Schaufelfussnuten 46.

Bei dieser Ausführungsform trägt der Abstandsring 64 eine Vielzahl von radial nach aussen verlaufenden Messerschneiden 80, die in einem geringen Abstand von einem ortsfesten, ringförmigen Dichtkörper 82 angeordnet sind. Der Dichtkörper 82 wird von einem geeigneten Aufbau, das heisst von den inneren Enden 84 einer Vielzahl von ortsfesten Leitschaufeln 86 abgestützt, die in gegenseitigem Abstand ringsum den Umfang zwischen den Laufradblättern 20 und 38 der ersten und zweiten Stufe des Turbinenteils angeordnet sind. Die ortsfesten Leitschaufeln 86 sind an einem Aussengehäuse 88 der Gasturbine abgestützt.

Ein ringförmiger Schaufelhalter 90 ist an der vorderen Stirnseite der Scheibe 16 befestigt. Das radial innen liegende Ende 92 des Schaufelhalters 90 weist einen axial verlaufenden Flansch 94 auf, der eine radial nach aussen weisende zylindrische Fläche 96 hat. Die vordere Stirnseite 28 der Scheibe 16 besitzt einen axial verlaufenden Flansch 98, der eine radial nach innen weisende zylindrische Fläche 100 hat. Die zylindrische Fläche 96 ist mit der zylindrischen Fläche 100 gepaart, um den Schaufelhalter 90 radial zur Scheibe 16 auszurichten und abzustützen. Der Schaufelhalter 90 wird durch einen geteilten Ring 101 und einen inneren, ringförmigen Dichtungsträger 102 axial festgelegt. Der Dichtungsträger 102 ist an einem radial nach innen verlaufenden Flansch 104 der Scheibe 16 mit Hilfe von Schraubenbolzen 106 festgeschraubt. Der Dichtungsträger 102 weist eine Vielzahl von herkömmlichen, radial nach aussen verlaufenden Messerschneiden 108 auf, die mit einem ortsfesten, ringförmigen Dichtkörper 110 in einer abdichtenden Beziehung stehen. Der ortsfeste Dichtkörper 110 ist an einem ortsfesten Aufbau 112 befestigt.

Der Schaufelhalter 90 weist auch einen axial verlaufenden, zylindrischen Dichtungsträger 114 auf, der mit dem Schaufelhalter 90 aus einem Stück besteht und eine Vielzahl von herkömmlichen, radial nach aussen verlaufenden Messerschneiden 116 trägt. Die Messerschneiden 116 stehen mit einem ortsfesten, ringförmigen Dichtkörper 118 in dichtender Beziehung. Der Dichtkörper 118 ist am ortsfesten Bauteil 112 befestigt. Der ortsfeste Aufbau 112 arbeitet mit einem Kranz von ortsfesten Leitschaufeln 120 zusammen, die im Strömungsweg des Gases stromauf der Laufradblätter 20 angeordnet sind. Die ortsfesten Leitschaufeln 120 sind mit Hilfe geeigneter Einrichtungen am Aussengehäuse 88 der Gasturbine befestigt.

Der plattenartige Schaufelhalter 90 weist ferner einen kegelstumpfförmigen Abschnitt 126 auf, der sich radial nach aussen in Strömungsrichtung erstreckt. Der kegelstumpfförmige Abschnitt 126 besitzt ein radial aussen liegendes Ende 128. Das radial aussen liegende Ende 128 weist eine Ringfläche 61 auf, die axial stromab in Strömungsrichtung schaut. Die Ringfläche 61 stützt sich an der vorderen Stirnseite 28 der Scheibe 16 und an den tannenbaumartig geformten Schaufelfussenden 24 ab. Wie aus Fig. 1 hervorgeht, begrenzen die ringförmigen Dichtungsträger 102 und 114, der Schaufelhalter 90 und der ortsfeste Aufbau 112 eine innere, ringförmige Kammer 122, welcher Kühlluft aus einer Vielzahl von Düsen 124 zugeführt wird, die in gegenseitigem Abstand über den Umfang verteilt angeordnet sind. Der Schaufelhalter 90 steht zwischen seinen inneren und äusseren Enden 92 und 128 von der vorderen Stirnseite 28 der Scheibe 16 ab und begrenzt den vorderen Ringraum 31 für die Kühlluft. Der Ringraum 31 steht über grosse Löcher 132 im Schaufelhalter 90 mit der Kammer 122 in Strömungsverbindung. Der Ringraum 31 ist in Wirklichkeit ein Teil der Kammer 122. Die Messerschneiden 116 und ein Dichtungsdraht 134 zwischen dem Ende 128 und der vorderen Stirnseite 28 der Scheibe 16 verhindern eine Leckströmung aus der Kammer 122 und dem Ringraum 31 radial nach aussen in einen äusseren Gasraum 136.

Eine Vielzahl von Schaufelhaltesegmenten 138 ist an der hinteren Stirnseite der Scheibe 16 der ersten Stufe befestigt. Die Schaufelhaltesegmente 138 sind um den Umfang der Achse der Gasturbineanlage angeordnet. Eines dieser Haltesegmente 138 ist in Fig. 5 perspektivisch dargestellt. Jedes Segment 138 weist gegenüberliegende Stirnflächen 140 und 142 auf. Die Stirnflächen 140 stützen sich an den Stirnflächen 142 der benachbarten Segmente ab, um ein segmentiertes, vollständiges Ringteil zu bilden. Die Segmente 138 sind zwischen dem Abstandsring 64 und der hinteren Stirnseite 30

der Scheibe 16 der ersten Stufe axial festgelegt, um den vorstehend erwähnten, hinteren Ringraum 33 für die Kühlluft zu bilden. Der Ringraum 33 erhält die Kühlluft, welche durch die axial verlaufenden Kanäle 35 in den Schaufelfussnuten 26 hindurchfliesst. Eine nach vorne weisende, um den Umfang verlaufende Fläche 154 in der Nähe einer radial äussersten Kante 146 eines jeden Segments 138 stützt sich an der hinteren Stirnseite 30 (tatsächlich an den Nasen 32) und an den Stirnflächen der tannenbaumartig geformten Schaufelfüsse ab, um eine vollständige, ringförmige Abdichtung zu bilden. Die Abdichtung wird durch einen Dichtungsdraht 156 gebildet, der in einer Ringnut angeordnet ist, die durch bogenförmige Nutensegmente 158 in jedem Schaufelhaltesegment 138 gebildet ist. In ähnlicher Weise stützen sich nach hinten weisende, bogenförmige Flächensegmente 160 an einer nach vorne weisenden Ringfläche 162 des Abstandsringes 64 ab. Die bogenförmigen Flächensegmente 160 bilden zusammen mit einem Dichtungsdraht 164 eine vollständige ringförmige Abdichtung gegen die Ringfläche 162. Der Dichtungsdraht 164 ist in einer Ringnut angeordnet, die durch bogenförmige Nutensegmente 166 (Fig. 5) gebildet ist.

Jede Stirnfläche 140 und 142 ist bei 148 zurückgeschnitten oder abgestuft, so dass eine Fläche 150 entsteht, die parallel zur Ebene der entsprechenden Stirnfläche 140 bzw. 142 verläuft, aber gegen die Ebene der Stirnflächen 140 und 142 versetzt ist. Die Flächen 150 verlaufen von der innersten Kante 144 des Segments 138 bis zu einer Stufe 148. Hierdurch werden Nuten 152 zwischen den sich abstützenden Segmenten 138 gebildet, wie dies am besten aus Fig. 4 hervorgeht. Die Nuten 152 stellen eine Strömungsverbindung zwischen dem hinteren Ringraum 3 und der Zwischenkammer 66 über die vorstehend erwähnten, dosierenden, bogenförmigen Auszackungen oder Ausschnitte 71 im vorderen Ende 68 des Abstandsringes 64 her. Dosierlöcher 151 (Fig. 4) sind zwischen den sich abstützenden Segmenten 138 gebildet. Die Dosierlöcher 151 stellen eine Strömungsverbindung zwischen dem Ringraum 33 und einer äusseren Ringkammer 153 her. Die in die Ringkammer 153 fliessende Kühlluft wird verwendet, um die Messerschneiden 80 und den ortsfesten Dichtkörper 82 zu kühlen.

Die Schaufelhaltesegmente 138 werden radial von einer nach vorne verlaufenden, bogenförmigen Lippe 168 gehalten und festgelegt. Die bogenförmige Lippe 168 hat eine radial nach aussen weisende Fläche 170, die sich auf einer radial nach innen weisenden zylindrischen Fläche 172 der Scheibe 16 abstützt. Eine Nase 174 auf jedem Segment 138 steht mit einem nach hinten verlaufenden Ringflansch 176 der Scheibe 16 in Eingriff, um die Schaufelhaltesegmente 138 weiterhin axial und radial zur Scheibe 16 festzulegen.

Die Scheibe 34 der zweiten Stufe des Turbinenteils weist ebenfalls an ihren vorderen und hinteren Stirnseiten Schaufelhalteeinrichtungen auf. Bei dieser Ausführungsform ist der Abstandsring 64 gleichzeitig der Schaufelhalter an der vorderen Stirnseite der Schaufel 34. Das hintere Ende des Abstandsringes 64 weist eine radial nach aussen verlaufende, ringförmige Deckplatte 178 mit einer hinteren Fläche 180 auf, die sich an den vorderen Flächen der Nasen 47 und den vorderen Flächen 182 der Schaufelfüsse 40 abstützt. Die nach vorne gerichteten Flächen liegen im wesentlichen in einer Ebene. Die Deckplatte 178 verläuft radial nach aussen zu den Plattformen 42 der Schaufeln, so dass die Deckplatte 178 das vordere Ende eines Raumes 186 vollständig abdeckt oder verschliesst, der sich zwischen Schaufelschäften 187 der Schaufelfüsse 40 befindet.

Die Schaufeln 34 werden an einer axialen Bewegung nach hinten durch eine hintere, ringförmige Deckplatte 188 gehindert. Die hintere Deckplatte 188 hat eine ringförmige, nach vorne verlaufende Lippe 190, die an einer Schulter 192 auf

der hinteren Stirnseite der Scheibe 34 einschnappt, wodurch die Deckplatte 188 radial gehalten und festgelegt wird. Die hintere Deckplatte 188 wird axial durch einen geteilten Ring 193 festgehalten, der mit dem innersten radialen Ende der Deckplatte 188 in Eingriff steht und dicht zwischen der Deckplatte 188 und einem radial nach aussen verlaufenden Ringflansch 194 der Scheibe 34 sitzt. Das äusserste, radiale Ende der Deckplatte 188 besitzt eine nach vorne weisende Ringfläche 198, die eine ringförmige Abdichtung gegen die nach hinten weisenden Flächen der Scheibennasen 47 und die nach hinten weisenden Flächen der Schaufelfussenden 44 bildet, die im wesentlichen in einer Ebene liegen. Die hintere Deckplatte 188 steht zwischen dem Schnappdurchmesser an der Schulter 192 und der Abdichtung an der Ringfläche 198 axial von der hinteren Stirnseite 50 der Scheibe 34 ab, um den bereits früher erwähnten, ringförmigen Gasraum 57 zu bilden.

Wie am besten aus den Figuren 3 und 6 hervorgeht, haben die radial nach innen weisenden Flächen 200 der äusseren Zähne 202 des Fusses 40 von den entsprechenden, gegenüberliegenden Flächen 204 der inneren Zähne 206 der Scheibennasen 47 einen radial nach aussen gerichteten Abstand, um zweite Kanäle 208 für die Kühlluft durch die Nuten 46 zu schaffen. Diese zweiten Kanäle haben Einlässe 209 an der hinteren Stirnseite 50 der Scheibe 34. Die Einlässe 209 stehen mit dem Gasraum 57 in Verbindung. Der äusserste, radiale Teil der vorderen Stirnfläche einer jeden Nase 47 ist bei 210 leicht zurückgeschnitten, so dass ein kleiner Abstand von der hinteren Fläche 180 der Deckplatte 178 entsteht, um eine Strömungsverbindung zwischen den Auslässen 211 der zweiten Kühlluftkanäle 208 und den Räumen 186 zwischen den Füßen 40 herzustellen.

Die ersten Kühlluftkanäle 55 haben Einlässe 212 und Auslässe 215. Die Einlässe 212 stehen über die Nuten 75 und 77 mit der Zwischenkammer 66 zwischen der ersten Laufradscheibe 16 und der zweiten Laufradscheibe 34 in Verbindung. Die Auslässe 214 münden in den Gasraum 57 auf der hinteren Stirnseite der Scheibe 34. Die ersten Kühlluftkanäle 55 und die zweiten Kühlluftkanäle 208 sind durch den Gasraum 57 in Reihe angeordnet. Da der Druck in der Zwischenkammer 66 höher ist als der Druck in den Räumen 186, fliesst die Kühlluft von der Zwischenkammer 66 durch die ersten Kühlkanäle 55 in den Gasraum 57 und von dort in entgegengesetzter Richtung nach vorne durch die zweiten Kühlluftkanäle 208. Die Luft fliesst dann in die Räume 186 über die Ausschnitte 210 in den Nasen 47. Die Kühlluft fliesst von den Räumen 186 in eine andere, nicht dargestellte Kammer, die

stromab liegt. Die Ausschnitte 210 haben die Aufgabe, den Strom der Kühlluft durch die Schaufelfussnuten 46 zu dosieren.

Bei einer in den Figuren 6 und 7 dargestellten, bevorzugten Ausführungsform haben die Schaufelblätter 38 der zweiten Stufe Kühlluftkanäle oder Kammern 215, denen Kühlluft aus der Zwischenkammer 66 zwischen den Scheiben 16 und 34 über einen radial verlaufenden Durchtrittskanal 216 im Schaufelfuss 40 zugeführt wird. Der Durchtrittskanal 216 verbindet die Kühlluftkammern 215 des Schaufelblattes 38 mit dem ersten Kühlluftkanal 55 über die Schaufelfussnut 46. Ein Einlass 218 zum Durchtrittskanal 216 ist von einer dünnen Platte 220 abgedeckt. Die Platte 220 hat eine Dosieröffnung 222, die mit dem Einlass 218 zum Durchtrittskanal 216 ausgerichtet ist, um die richtige Menge des Luftstroms vom ersten Kühlluftkanal 55 in die Kammern 215 des Schaufelblattes 38 zu dosieren. Die in die Kammern 215 fließende Luft verlässt das Schaufelblatt über nicht dargestellte Löcher und Schlitze in der Wand des Schaufelblattes, um die Blattwand in bekannter Art und Weise zu kühlen. Während der Drehung des Laufrades ist der Druck in den Kammern 215 geringer als der Druck in der Zwischenkammer 66, so dass der Luftstrom in der richtigen Richtung fliesst.

Wenn der Turbinenteil 10 als Ganzes betrachtet wird, ist festzustellen, dass mit der Erfindung eine neue Kühlanordnung geschaffen worden ist, bei welcher die Kühlluft von einer Kammer stromauf der Laufradscheibe 16 der ersten Stufe verwendet wird, um die Nasen und Kränze der Laufradscheiben, die Schaufelfüsse und Schaufelblätter der ersten und zweiten Stufe des Turbinenteils zu kühlen. Dieser Aufbau des Turbinenteils ist deshalb einzigartig, da keine die Lebensdauer begrenzenden Löcher durch die Laufradscheibe der ersten Stufe erforderlich sind, um die Kühlluft von einer Stelle stromauf der Laufradscheibe der ersten Stufe zu den Schaufelfüssen und in die Schaufelblätter 38 der zweiten Stufe zu transportieren. Darüberhinaus verringert die einzigartige Anordnung für einen zweifachen Durchgang der Kühlluft durch den Bereich des Schaufelfusses der zweiten Stufe den Bedarf an Kühlluftmenge zum Kühlen des Kranzes und der Nasen der Laufradscheibe und der Schaufelfüsse in der zweiten Stufe des Turbinenteils um 26 Prozent.

Obgleich die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels gezeigt und beschrieben worden ist, liegt es für einen Durchschnittsfachmann auf der Hand, dass verschiedene Änderungen in der Form und Einzelgestaltung der Erfindung vorgenommen werden können.

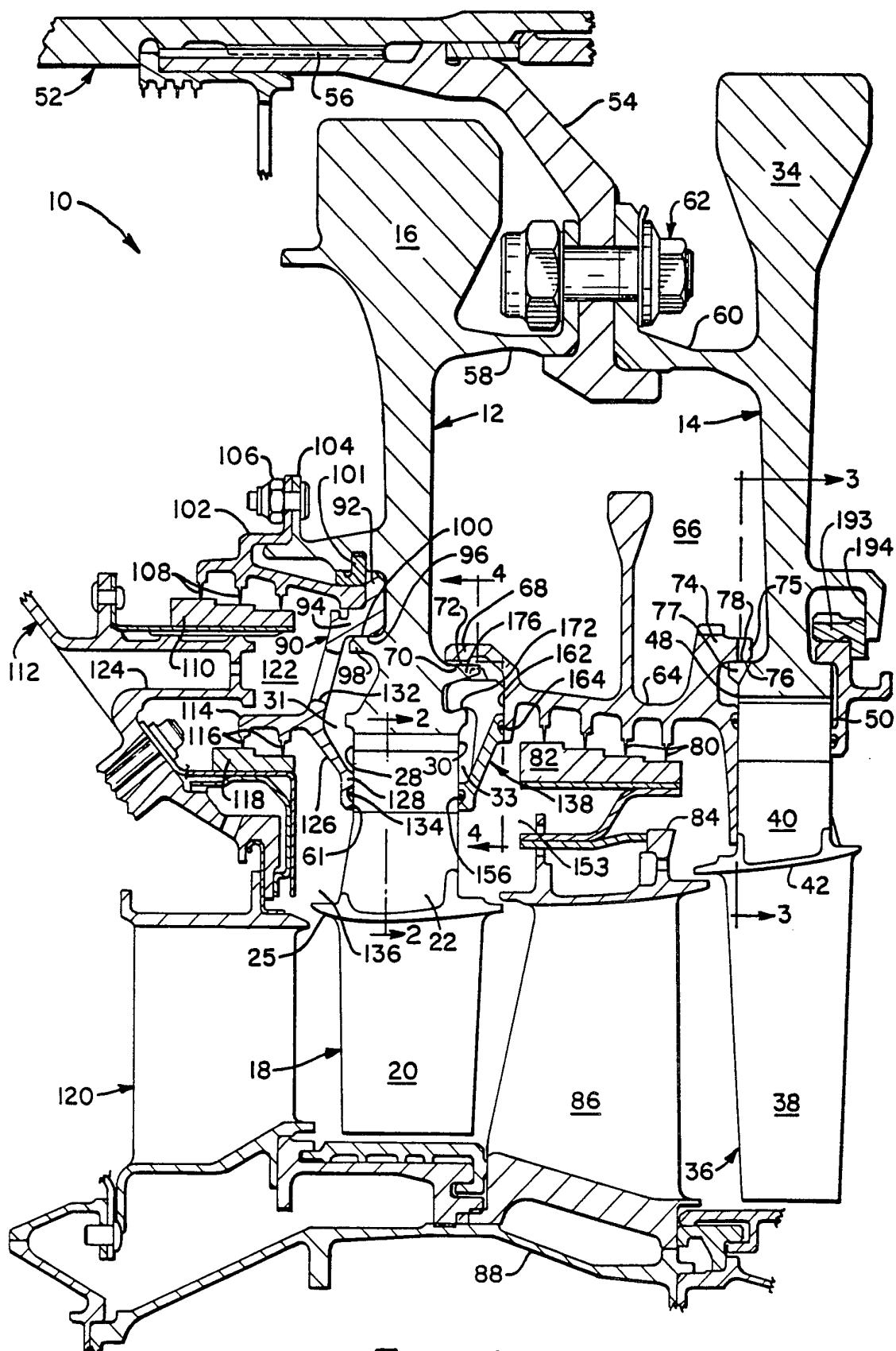
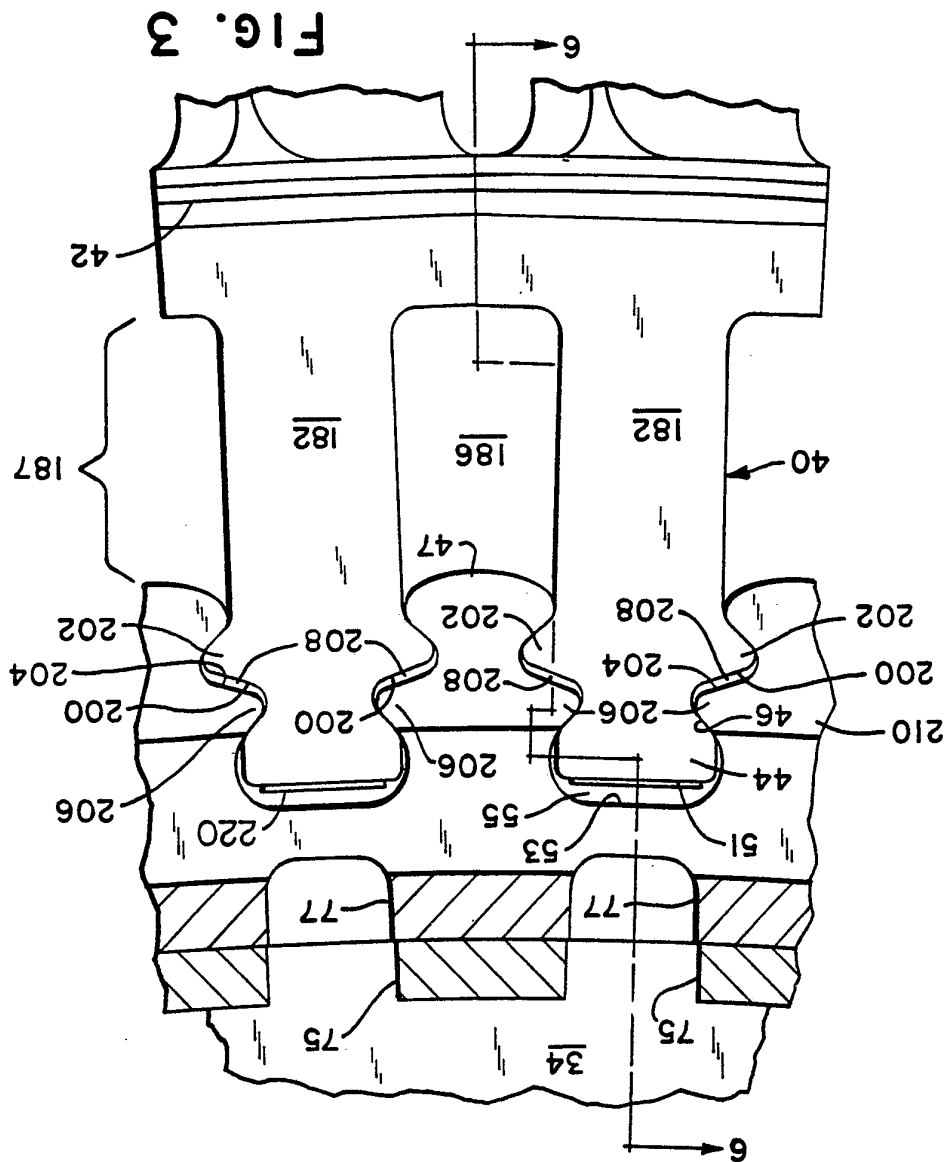
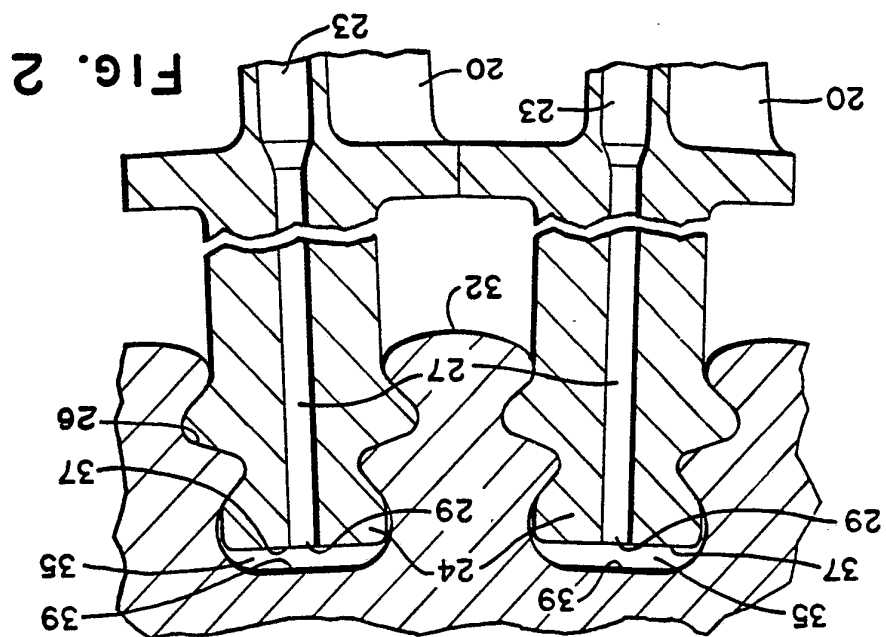


FIG. 1



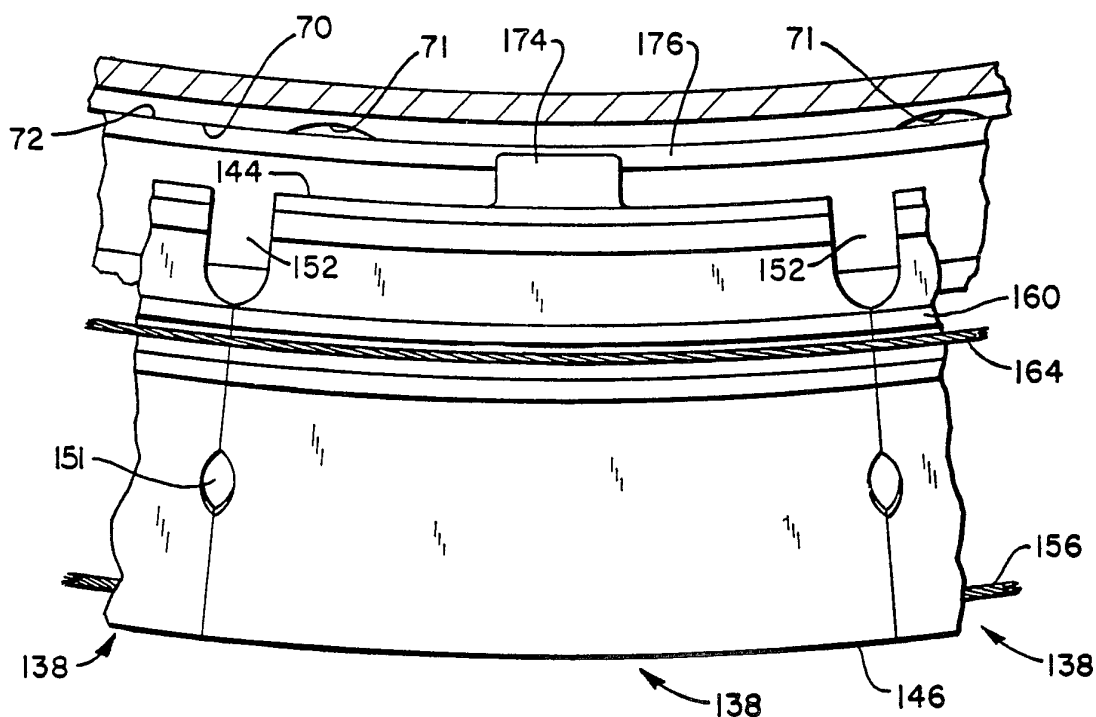


FIG. 4

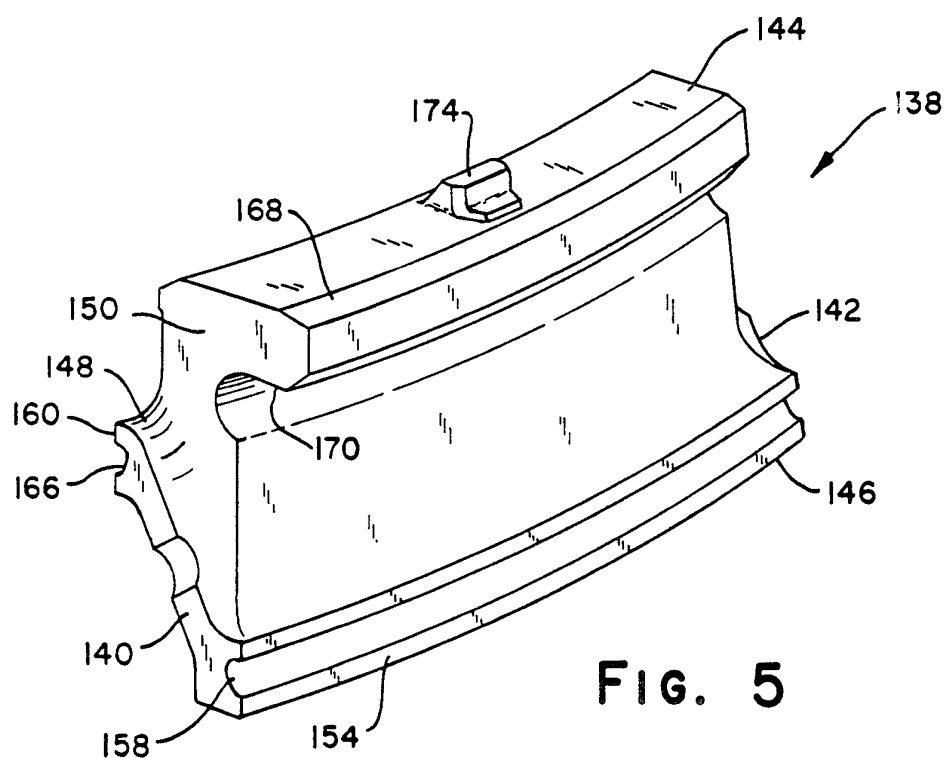


FIG. 5

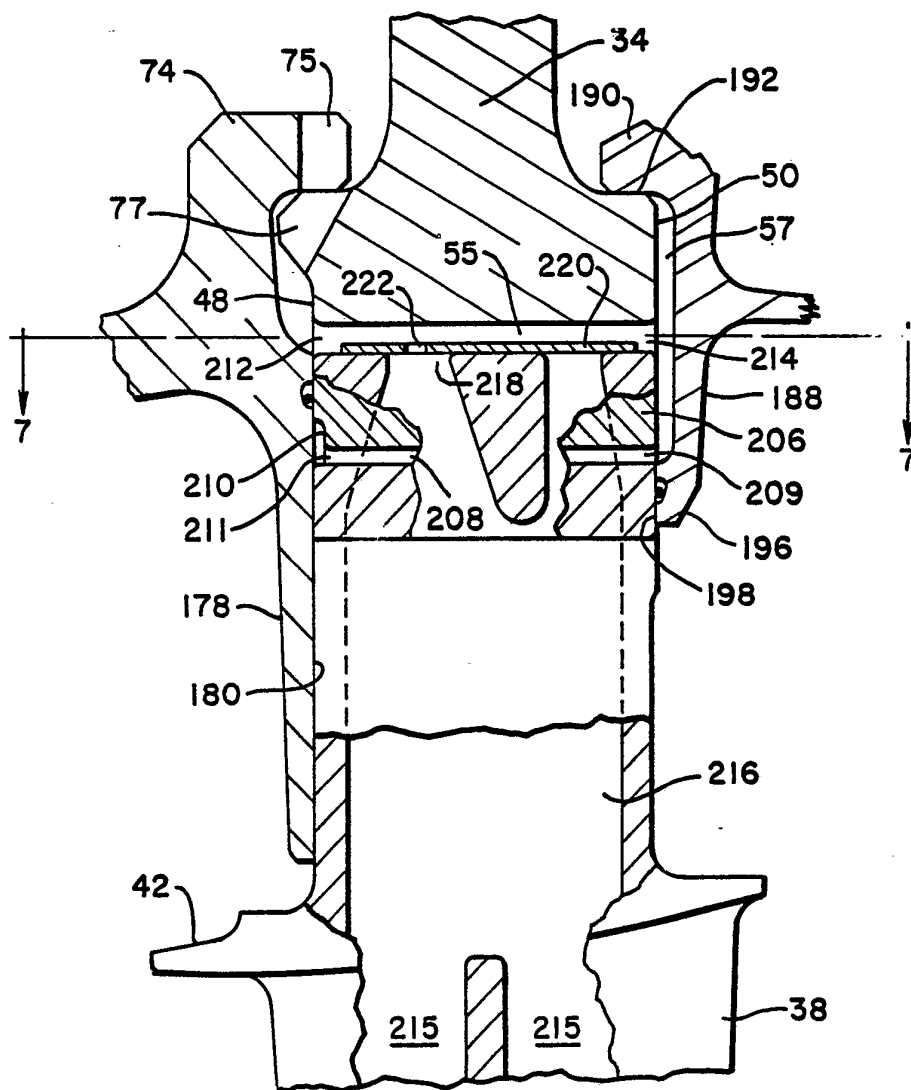


FIG. 6

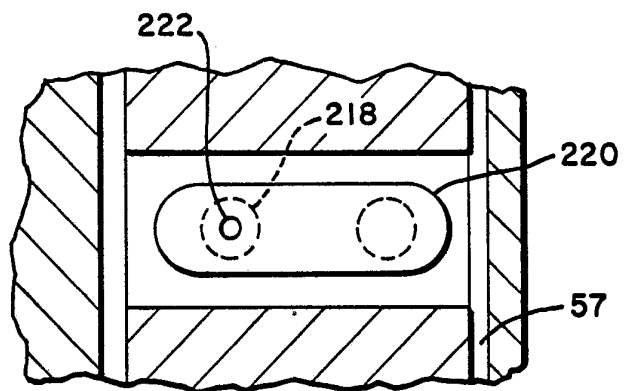


FIG. 7