(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 704 105 B1

(51) Int. Cl.: F01D 11/00 (2006.01)

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

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00816/08

(22) Anmeldedatum: 29.05.2008

(30) Priorität: 30.05.2007 US 11/806,140

(24) Patent erteilt: 31.05.2012

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.05.2012

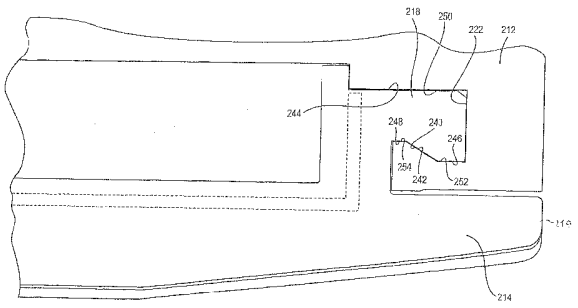
(73) Inhaber:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
John Alan Eastman,
Simpsonville, South Carolina 29681 (US)
Gary Michael Iztel,
29680 Simpsonville, South Carolina (US)
Charles Malinowski, Mauldin, South Carolina 29662 (US)
Victor Morgan, 29607 Greeville, South Caolina (US)
David Richard Johns,
Simpsonville, South Caolina 29680 (US)
Bryan Lewis, 29662 Mauldin, South Caolina (US)

(74) Vertreter:
Ritscher & Partner AG, Resirain 1
8125 Zollikerberg (CH)

(54) Mehrstufige Gasturbine.

(57) Die Erfindung beruht auf einer Mantelkonstruktion mit schräg liegender Dichtung. Das Statormantelsegment besitzt einen Aussenmantel (212) mit einer Vorderrandnut und einer Hinterrandnut (222) sowie mehrere Innenmäntel (214), von denen jeder einen Vorderrandhaken und einen Hinterrandhaken (218) besitzt, wobei die vorderen und hinteren Haken jeder der Innenmäntel jeweils mit den Vorder- und Hinterrandnuten des Aussenmantels in Eingriff stehen, um die Innenmäntel axial und radial mit den Aussenmänteln zu versperren. Mindestens einer der Hinterrandhaken (218) des Innenmantels (214) und der Hinterrandnut (222) des Aussenmantels (212) besitzt eine schräge Fläche (240, 242), die in einem Winkel zu einer Axialrichtung des Rotors und zu einer Radialrichtung des Rotors angeordnet ist und den Innen- und Aussenmänteln zugekehrt ist, sodass eine radial nach innen auf die Innenwand wirkende Kraft in eine in axialen und radialen Richtungen wirkende Kraft umgewandelt wird, um den Innenmantel (214) in eine dichte Verbindung mit einem radialen Spalt zwischen den Innen- und Aussenmänteln (214, 212) zu bringen.



Beschreibung

[0001] Bei Industriegasturbinen sind die Mantelsegmente in einer ringförmigen Anordnung mit Hilfe von Turbinengehäusehaken zur Bildung eines ringförmigen Statormantels befestigt, der sich radial aussen von und benachbart zu den Schaufelenden erstreckt, die Teile des Turbinenrotors sind. Die Innenwand des Statormantels begrenzt einen Teil des Gaspfades. Üblicherweise besitzen die Mantelsegmente Innen- und Aussenmäntel, die mit komplementären Haken und Nuten neben deren Vorder- und Hinterkanten versehen sind, um die Innen- und Aussenmantelteile miteinander zu verbinden. Der Aussenmantel ist seinerseits an den Turbinengehäusehaken befestigt. Jedes Mantelsegment besitzt zum Beispiel einen Aussenmantel und zwei oder drei Innenmäntel.

[0002] Der Statormantel der erfindungsgemässen Gasturbine hat die Aufgabe einer Verbesserung des Standes der Technik und besitzt die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale. Bevorzugte Ausführungsformen haben die Merkmale der Ansprüche 2 bis 10.

[0003] Die Erfindung nützt das Druckgefälle aus, das zwischen dem Fliesspfad hinter der Schaufel und der Mantelkühlungsluft besteht und das es ermöglicht, dass die Mantelkühlungsluft eine wirksamere Dichtung des Hinterrandhakens bewirkt. Insbesondere nützt die Erfindung dieses Druckgefälle aus, das normalerweise eine Kraft in radialer Richtung ausüben würde, und transformiert sie durch Verwendung mindestens einer schrägen Fläche in axial und radial wirkende Kräfte. Die Schräge befindet sich am Hinterrand des Innenmantels und des Aussenmantels und ist gemäss einem Ausführungsbeispiel so angeordnet, dass das Druckgefälle den Innenmantel zu einer geringfügigen Bewegung in Richtung auf den Gaspfad und gegen das Zentrum der Turbine zwingt.

[0004] Diese Bewegung erzwingt, dass der Innenmantel einen Radialspalt zwischen Innenmantel und Aussenmantel dicht schliesst.

[0005] Die Mehrstufengasturbine umfasst: ein Mantelsegment mit einer Fläche zur teilweisen Begrenzung eines Heissgaspfades durch eine Stufe über den Schaufelenden dieser Stufe zur Bildung eines Teils des Turbinenrotors, wobei das Mantelsegment einen aufstromseitigen Vorderrand und einen abstromseitigen Hinterrand besitzt; das Mantelsegment hat einen Aussenmantel und mindestens einen damit verbundenen Innenmantel; der Aussenmantel hat Nuten, die jeweils benachbart zu und längs dessen Vorder- und Hinterrändern angeordnet sind, wobei sich die Nut längs des Hinterrandes – die Hinterrandnut – axial in aufstromseitiger Richtung öffnet; der Innenmantel hat am vorderen Rand einen axial vorstehenden Hakenteil und am Hinterrand einen axial vorstehenden Hakenteil – den Hinterrandhaken – um jeweils in die entsprechenden Nuten des Aussenmantels einzugreifen, wobei der Eingriff den Innenmantel axial und radial sperrend mit dem Aussenmantel verbindet; und wobei mindestens einer der Hinterrandhaken des Innenmantels und die Hinterkantennut des Aussenmantels eine schräge Fläche besitzt, die in einem Winkel zur Axialrichtung des Rotors und zur Radialrichtung des Rotors angeordnet und dem anderen Innenmantel sowie dem Aussenmantel zugewandt ist, wodurch eine auf den Innenmantel nach innen wirkende Radialkraft in axial und radial wirkende Kräfte umgewandelt wird, um den Innenmantel zum dichten Verschliessen eines radialen Spalts zwischen den Innen- und Aussenmänteln zu zwingen.

[0006] Diese und weitere Ziele und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung sowie aus den Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1 die schematische periphere Seitenansicht einer üblichen Innenmantel-Haltekonstruktion;

Fig. 2 die schematische periphere Seitenansicht eines anderen üblichen Mantelsegments;

Fig. 3 die vergrösserte schematische periphere Seitenansicht des Hinterendes eines Mantelsegments entsprechend den üblichen Mantelhaltekonstruktionen der Fig. 1 und 2; und

Fig. 4 die vergrösserte schematische periphere Seitenansicht eines erfindungsgemässen Mantelsegmentes.

[0007] Fig. 1 zeigt ein allgemein als 10 bezeichnetes Mantelsegment, das einen Aussenmantel 12 und mehrere Innenmantelteile 14 zur Befestigung am Aussenmantel 12 besitzt. Die Innenmantelteile haben in Nachbarschaft zu deren Vorder- und Hinterrändern 17, 19 die Haken 16, 18 zur peripheren Gleitverbindung in Umfangsrichtung in den Nuten 20, 22 des Aussenmantels 12 bei der Endmontage. Die Innen- und Aussenmäntel sind ferner zwischen den Mantelteilen zur Prallkühlung der Wandflächen 26 mit einer Prallkühlplatte 24 der Innenmantelsegmente versehen. Der Aussenmantel 12 hat eine radial aussenliegende Schwalbenschwanznut 30 zur Aufnahme eines Hakens 32, der Teil des festen Turbinengehäuses zur Befestigung des Mantelsegments 10 am Gehäuse ist. Es ist zu erkennen, dass um den Rotor der Gasturbine und um die Enden der Schaufeln 35 auf dem Rotor eine ringförmige Anordnung von Mantelsegmenten 10 gebildet wird, wodurch eine Aussenwand oder Grenze 31 für das durch den Heissgaspfad der Turbine strömende Heissgas begrenzt wird. Weitere Merkmale und Einzelheiten der als Beispiel in Fig. 1 gezeigten Mantelkonstruktion finden sich in US Patent 6 402 466, auf das hier verwiesen wird.

[0008] Fig. 2 erläutert ein weiteres Beispiel einer Mantelkonstruktion. Wie darin dargestellt, besteht ein allgemein als 110 bezeichnetes Mantelsegment aus einem Aussenmantel 112 und mehreren Innenmänteln 114. Im typischen Fall werden zwei oder drei Mäntel verwendet, von denen zur klareren Darstellung jedoch nur einer gezeigt ist. Die Innenmäntel besit-

zen in Nachbarschaft zu den Vorder- und Hinterrändern 117, 119 die Haken 116 bzw. 118 zur peripher gleitenden Befestigung in den von den Haken 121, 123 begrenzten Nuten 120, 122 des Aussenmantels 112 bei der Endmontage. Bei der dargestellten Ausführungsform ist zwischen den Mänteln in üblicher Weise eine Prallkühlplatte 124 zur Prallkühlung der Innenwand an den Flächen des Mantelsegments 110 befestigt.

[0009] Im dargestellten Beispiel hat der Aussenmantel einen radial aussen liegenden Schwalbenschwanz 130 zum Eingriff in eine Schwalbenschwanznut 132, die von den Vorder- und Hinterhaken 134, 136 begrenzt wird, welche Teil des festen Turbinenmantels oder Turbinengehäuses sind und zur Befestigung der Mantelsegmente am Gehäuse dienen. Bekannte Alternativen zur dargestellten Konfiguration könnten einen Aussenmantel besitzen, der mit einer radialen aussen liegenden Schwalbenschwanznut zur Aufnahme eines entsprechend geformten und als Teil des Turbinengehäuses wie in Fig. 1 ausgebildeten Schwalbenschwanzes dient.

[0010] Wie bei der in Fig. 1 dargestellten Struktur wird bei der Konstruktion von Fig. 2 um den Rotor der Gasturbine und um die Enden der Schaufeln auf dem Rotor eine ringförmige Anordnung von Mantelsegmenten 110 gebildet, wodurch eine Aussenwand oder Grenze für den Heissgasstrom definiert wird, der durch den Heissgaspfad der Turbine fliesst. Weitere Einzelheiten der in Fig. 2 dargestellten Struktur sind in US Patent 6 814 538 beschrieben, auf das hier Bezug genommen wird.

[0011] Fig. 3, eine vergrösserte Ansicht des Mantelhinterrandes der Mantelkonfigurationen von Fig. 1 und Fig. 2, zeigt zum Vergleich mit der Erfindung, für die nachfolgend ein Ausführungsbeispiel beschrieben wird.

[0012] Für die Mantelhaken werden die üblichen Axial- und Radial-(vertikal und horizontal)-Hakenkomponenten wie bei den Mantelkonstruktionen der Fig. 1 und Fig. 2 verwendet. Das Druckgefälle zwischen der Kühlluft im Inneren der Mantelkonstruktion und den Strömungspfaddichtungen übt eine Kraft auf die Umfangs-/Axialfläche aus. Die Umfangs- oder Axialfläche ist wegen des Kordierens (engl.: chording) keine wirksame Dichtungsfläche des Innenmantels. Das Kordieren biegt den Innenmantel in stärkerem Masse als den Aussenmantel und führt zur Öffnung eines Spalts in der Axialdichtung.

[0013] Erfindungsgemäss wird das zwischen dem Strömungspfad hinter den Schaufeln und der Mantelkühlungsluft bestehende Druckgefälle für eine wirksamere Dichtung des Hinterrandhakens ausgenützt. Die wirksamere Abdichtung verringert den Spalt zwischen den Innen- und Aussenmänteln, was wiederum den Verlust an Kühlungsluft durch diese Dichtung vermindert. Erfindungsgemäss wird das Druckgefälle ausgenützt, das normalerweise eine Kraft in radialer Richtung erzeugen würde, und in eine Kraft umgewandelt, die durch Verwendung der schrägen Fläche in axialen und radialen Richtungen wirkt. Die Schräge liegt im Hinterrand der Innenwand und Aussenwand und ist beispielsweise derart positioniert, dass das Druckgefälle die Innenwand zu einer geringfügigen Bewegung in Richtung des Gaspfades und gegen das Zentrum des Motors zwingt. Diese Bewegung zwingt ihrerseits den Innenmantel in eine bessere Dichtung des radialen Spalts zwischen dem Innenmantel und dem Aussenmantel.

[0014] Zur Sicherstellung des Kontaktes längs der Dichtung und für eine wirksame Dichtung am hinteren Haken wird gemäss einem Ausführungsbeispiel eine schräge konische Komponente in die Dichtung eingearbeitet, welche die Druckeinwirkung aus einer rein radialen Kraft in eine radial und axial wirkende Kraft umwandelt. Auf diese Weise wird ein Statormantel der allgemein in den Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Art geboten, bei dem mindestens einer der Innenmantel-Hinterrandhaken und der Aussenmantel-Hinternut eine schräge Fläche besitzt, die in einem Winkel zu einer Axialrichtung des Rotors und zu einer Radialrichtung des Rotors angeordnet ist und dem jeweils anderen Innenmantel und Aussenmantel zugewandt ist.

[0015] Bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel hat der Innenmantelhaken 218 am Hinterende 219 des Innenmantels 214 eine schräge Fläche 240, die schräg zur Rotorachse und schräg zur Radialrichtung des Rotors geneigt ist. Genauer gesagt hat der Innenmantelhaken 218 eine schräge Fläche 240, die axial nach vorn und radial nach innen gekehrt ist. Ausserdem besitzt die axial nach vorn gerichtete Nut 222 des Aussenmantels 212 eine entsprechend geneigte Fläche 242, die radial nach aussen und axial nach hinten gekehrt ist. Demzufolge wirkt die Axialkraft auf den Innenmantel 214 und zwingt den Mantel zur Bewegung in solchem Ausmass, als für den Kontakt mit dem Aussenmantel 212 erforderlich ist. Beim Betrieb des Motors besteht an dieser Stelle immer ein Druckgefälle, sodass die Innenmanteldichtung konstant in Schliessstellung gepresst wird.

[0016] Erfindungsgemäss wird somit eine rein radiale Kraft in eine Kombination aus axialen und radialen Kräften umgewandelt, die auf den Innenmantel wirken, um den radialen Spalt zwischen Innen- und Aussenmantel dicht zu schliessen. Auf diese Weise wird erreicht, dass das Druckgefälle eine vollständige Abdichtung in radialer Richtung (als Folge der axialen Kraft) und nicht in Axial-/Umfangsrichtung erzwingt. Dichtungen in Axial-/Umfangsrichtung sind wegen des oben erwähnten Kordier-Effekts des Innen- und Aussenmantels keine wirksamen Dichtungen.

[0017] Im Ausführungsbeispiel der Erfindung besitzt der Hinterrandhaken 218 des Innenmantels 214 eine äussere radiale Umfangsfläche 244 und eine innere radiale Umfangsfläche. Die innere radiale Umfangsfläche besteht aus der schrägen Fläche 240 und einer ersten Fläche 246 allgemein parallel zur Axialrichtung des Rotors. In diesem Beispiel besitzt der Haken 218 ferner eine zweite Fläche 248 parallel zur Axialrichtung und an einer in Bezug auf die erste Fläche 246 entgegengesetzten axialen Seite der schrägen Fläche 240. Anderseits erstreckt sich die aussen liegende radiale Umfangsfläche 244 des Hakens 218 in axialer Längsrichtung im Wesentlichen über die gesamte Axiallänge des Hakens 218. Im dargestellten Beispiel besitzt die Hinterrandnut 222 des Aussenmantels 212 eine aussen liegende radiale Umfangsfläche

250 und eine innen liegende radiale Umfangsfläche. Die innen liegende radiale Umfangsfläche besteht aus der schrägen Fläche 242 und einer ersten Fläche 252 allgemein parallel zur Axialrichtung des Rotors. Bei diesem Beispiel besitzt die Nut 222 ferner eine zweite Fläche 254 parallel zur Axialrichtung und auf der in Bezug auf die erste Fläche 252 entgegengesetzten Axialseite der schrägen Fläche 242. Anderseits erstreckt sich die aussen liegende radiale Umfangsfläche 250 der Nut 222 in axialer Richtung längs der im Wesentlichen gesamten Axiallänge der Nut 222.

[0018] Allgemein besitzt die erfindungsgemässe Mantelkonstruktion von Gasturbinen mindestens eine schräg liegende Manteldichtung. Vorzugsweise hat dabei ein Statormantelsegment 10,110 einen Aussenmantel 212 mit einer Vorderrandnut und einer Hinterrandnut 222 sowie mehrere Innenmäntel 214, von denen jeder einen Vorderrandhaken und einen Hinterrandhaken 218 besitzt, wobei die vorderen und hinteren Haken jeder der Innenmäntel jeweils mit den Vorder- und Hinterrandnuten des Aussenmantels in Eingriff stehen, um die Innenmäntel axial und radial mit den Aussenmänteln zu versperren; mindestens einer der Hinterrandhaken 218 des Innenmantels 214 und der Hinterrandnut 222 des Aussenmantels 212 hat eine schräge Fläche 240, 242, die in einem Winkel zur Axial- und Radialrichtung des Rotors angeordnet ist und den Innen- und Aussenmänteln zugekehrt ist, sodass eine radial nach innen auf die Innenwand wirkende Kraft in eine in axialen und radialen Richtungen wirkende Kraft umgewandelt wird, um den Innenmantel 214 in eine dichte Verbindung mit einem radialen Spalt zwischen den Innen- und Aussenmänteln 214, 212 zu bringen.

[0019] Es versteht sich, dass andere geometrische Formen der Grenzfläche zwischen Aussenmantel und Innenmantel möglich sind, die dem Schräghaken/Nut-Konzept der Erfindung zum Abdichten des hinteren Mantelendes entsprechen. Dementsprechend beruht die Erfindung auf der Verwendung einer schrägen Dichtungsfläche zur Verminderung des effektiven Spalts in der Dichtung, ist aber weder auf den speziellen Ort bzw. die spezielle Form der schrägen Dichtungsfläche noch auf die entsprechenden Konfigurationen der Innen- und Aussenmantelhaken und -nuten beschränkt. Weitere Ausführungsformen ergeben sich für den Fachmann auf Grund der Ansprüche im Zusammenhang mit der Beschreibung und den Zeichnungen.

Patentansprüche

1. Mehrstufige Gasturbine mit einem Statormantel umfassend:
   ein Mantelsegment (10, 110) mit einer Fläche zur teilweisen Begrenzung eines Heissgaspfades durch eine Stufe, welches Mantelsegment über den Schaufelenden dieser Stufe liegt und einen Teil des Turbinenrotors bildet und einen vorderen aufstromseitigen Rand (17, 117) sowie einen hinteren abstromseitigen Rand (19, 119) besitzt;
   wobei das Mantelsegment einen Aussenmantel (12; 112) und mindestens einen damit verbundenen Innenmantel (14; 114) besitzt; wobei der Aussenmantel Nuten besitzt, wobei jeweils eine dem Vorderrand und eine dem Hinterrand des Aussenmantels benachbart ist und jeweils längs diesen verläuft, wobei die Nut (22; 122) längs des Hinterrandes, kurz Hinterrandnut genannt, in axialer Richtung aufstromseitig geöffnet ist;
   wobei der jeweilige Innenmantel einen axial vom Vorderrand abragenden Hakenteil und einen vom Hinterrand axial abragenden Hakenteil, kurz Hinterrandhaken genannt, besitzt, um in die jeweilige Nut des Aussenmantels einzugreifen, wobei dieser Eingriff den Innenmantel axial und radial sperrend mit dem Aussenmantel verbindet; dadurch gekennzeichnet,
   dass der Hinterrandhaken (218) des jeweiligen Innenmantels (214) und/oder die Hinterrandnut (222) des jeweiligen Aussenmantels (212) eine schräge Fläche (240, 242) besitzt, die in einem Winkel zur Axialrichtung des Rotors und zu einer radialen Richtung des Rotors angeordnet ist und dem Innenmantel und Aussenmantel zugekehrt ist, wodurch eine radial nach innen auf den Innenmantel wirkende Kraft in eine in axialen und radialen Richtungen wirkende Kraft umgewandelt wird, um den Innenmantel (214) zu einer wirksamen Dichtung eines radialen Spalts zwischen Innenmantel und Aussenmantel (214, 212) zu zwingen.
2. Gasturbine nach Anspruch 1, bei der jeder Hinterrandhaken (218) und jede Hinterrandnut (222) jeweils entsprechend komplementär schräg verlaufende Flächen (240, 242) aufweist, die in einem Winkel zu einer axialen und radialen Richtung des Rotors angeordnet sind und dem Innen- und Aussenmantel zugekehrt sind.
3. Gasturbine nach Anspruch 1, bei welcher der Hinterrandhaken (218) des Innenmantels eine radiale Aussenumfangsfläche (244) und eine radiale Innenumfangsfläche besitzt und wobei die radiale Innenumfangsfläche die schräge Fläche (240) und eine erste Fläche (246) allgemein parallel zur Axialrichtung besitzt.
4. Gasturbine nach Anspruch 3, bei welcher der Hinterrandhaken (218) ausserdem eine zweite Fläche (248) parallel zur Axialrichtung auf einer in Bezug auf die erste Fläche (246) entgegengesetzten Axialseite der schrägen Fläche (240) besitzt.
5. Gasturbine nach Anspruch 3, bei der die schräge Fläche radial nach innen und axial nach vorne gekehrt ist.
6. Gasturbine nach Anspruch 3, bei der sich die radial aussen liegende Umfangsfläche (244) des Hinterrandhakens (218) in axialer Richtung praktisch über die gesamte axiale Länge des Hinterrandhakens (218) erstreckt.
7. Gasturbine nach Anspruch 1, bei der die Hinterrandnut (222) des Aussenmantels eine radiale Aussenumfangsfläche (250) und eine radiale Innenumfangsfläche besitzt und wobei die radiale Innenumfangsfläche die schräge Fläche (242) und eine erste Fläche (252) besitzt, die sich allgemein parallel zur Axialrichtung erstreckt.

8. Gasturbine nach Anspruch 7, bei der die Hinterrandnut (222) ausserdem eine zweite Fläche (254) parallel zur Axialrichtung auf einer in Bezug auf die erste Fläche (252) gegenüberliegenden axialen Seite der schrägen Fläche (242) besitzt.

9. Gasturbine nach Anspruch 7, bei der die schräge Fläche (242) radial nach aussen und axial nach hinten gekehrt ist.

10. Gasturbine nach Anspruch 7, bei der sich die radiale Aussenumfangsfläche (250) der Hinterrandnut (222) axial längs praktisch über die gesamte Axiallänge der Hinterrandnut (222) erstreckt.

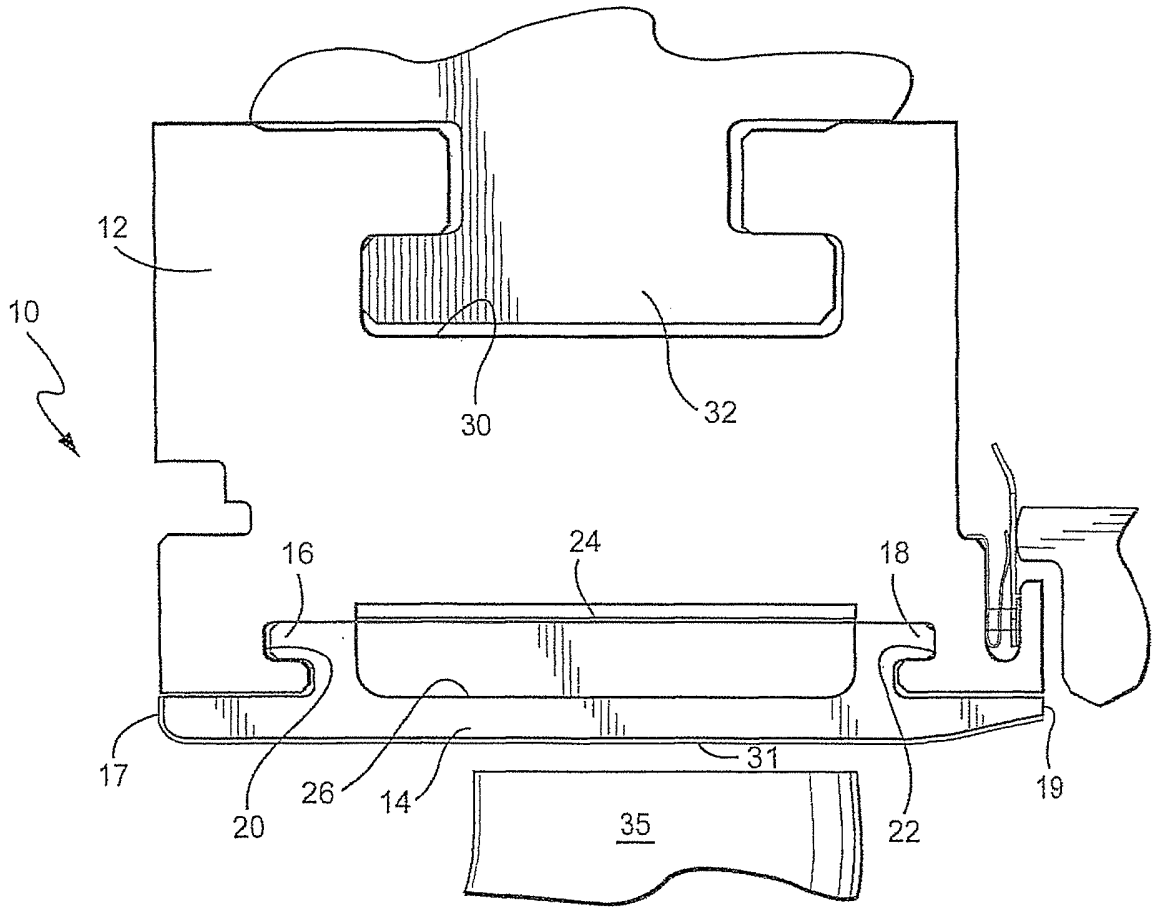


Fig. 1

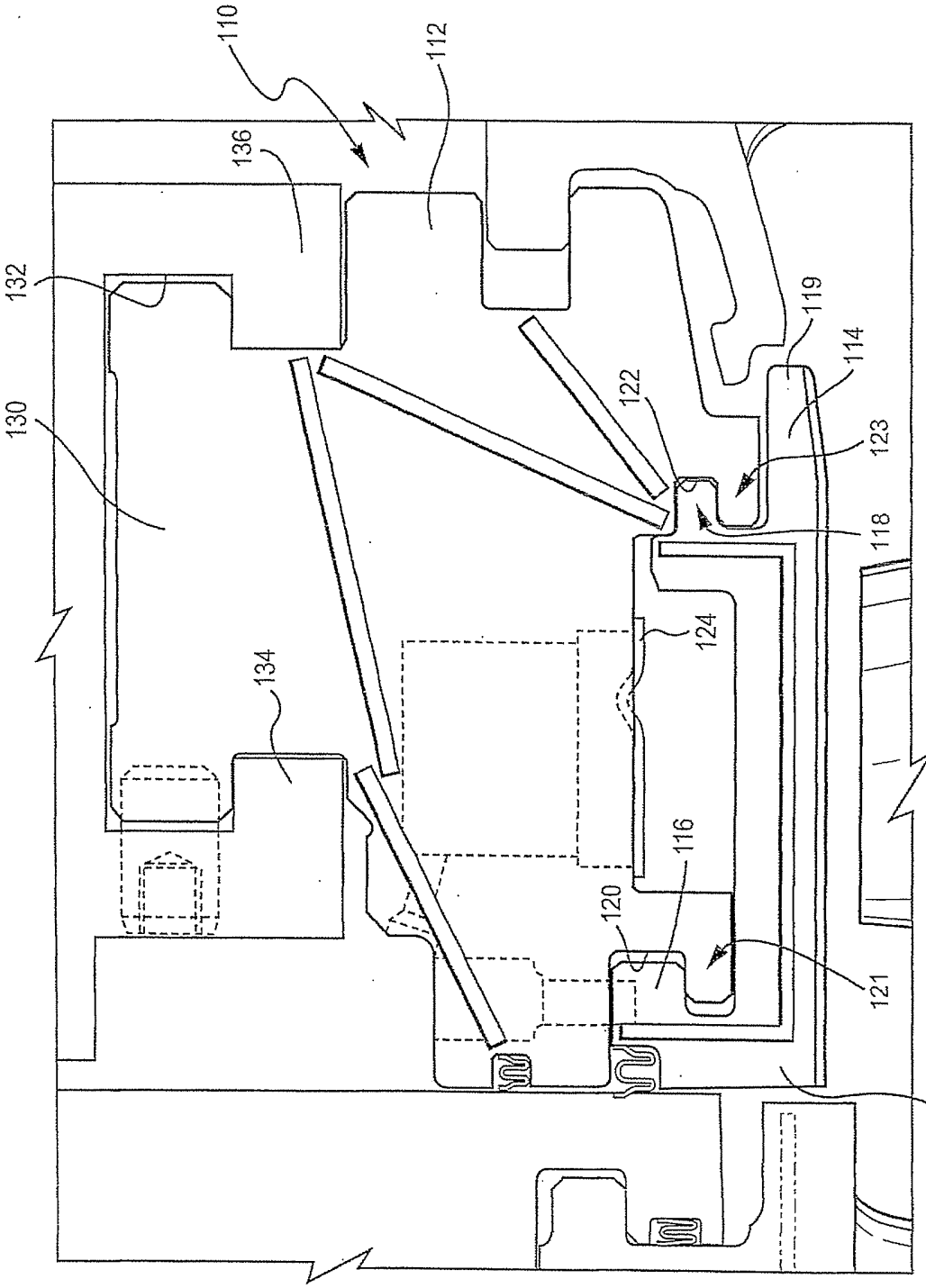


Fig. 2

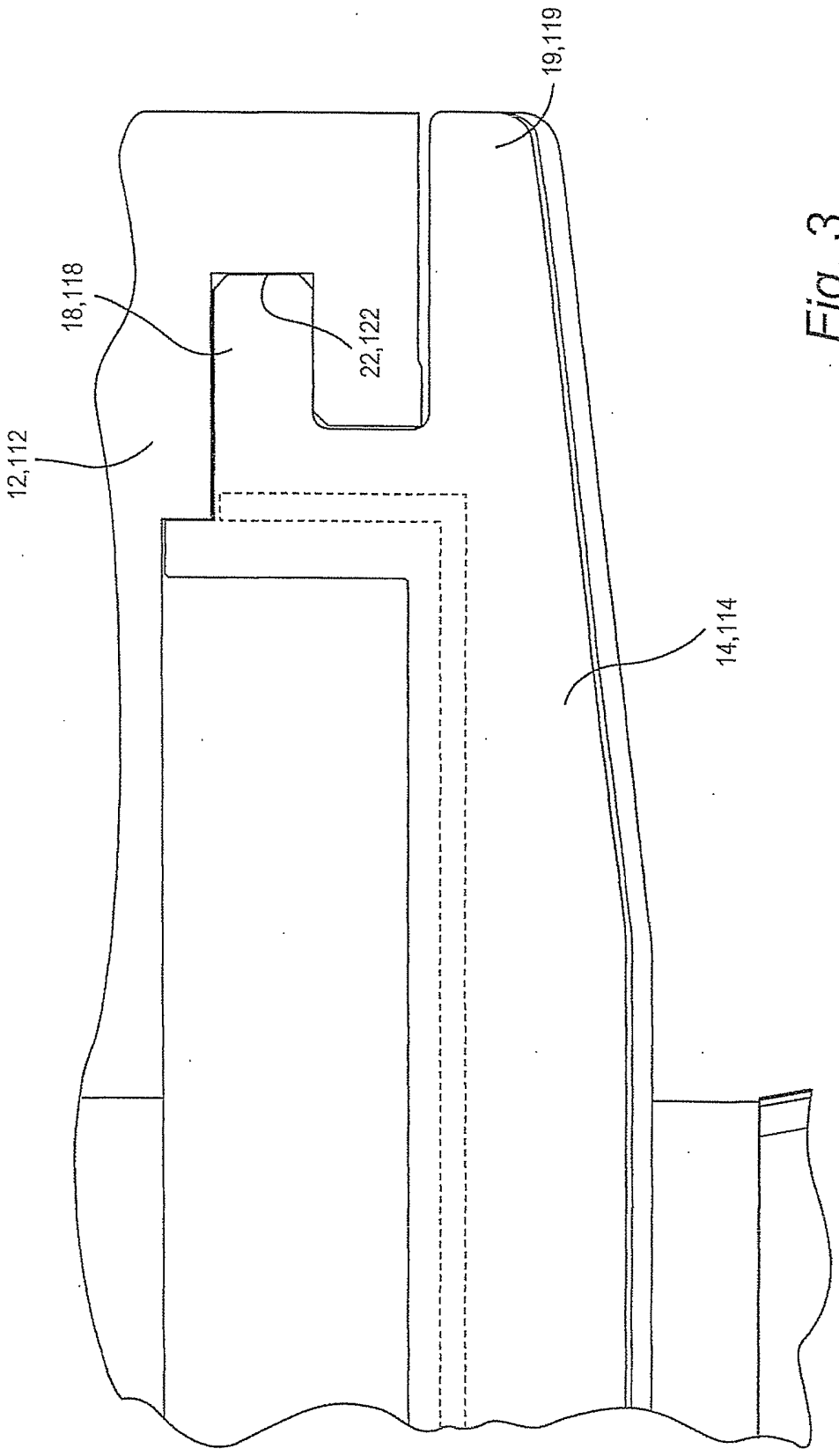


Fig. 3

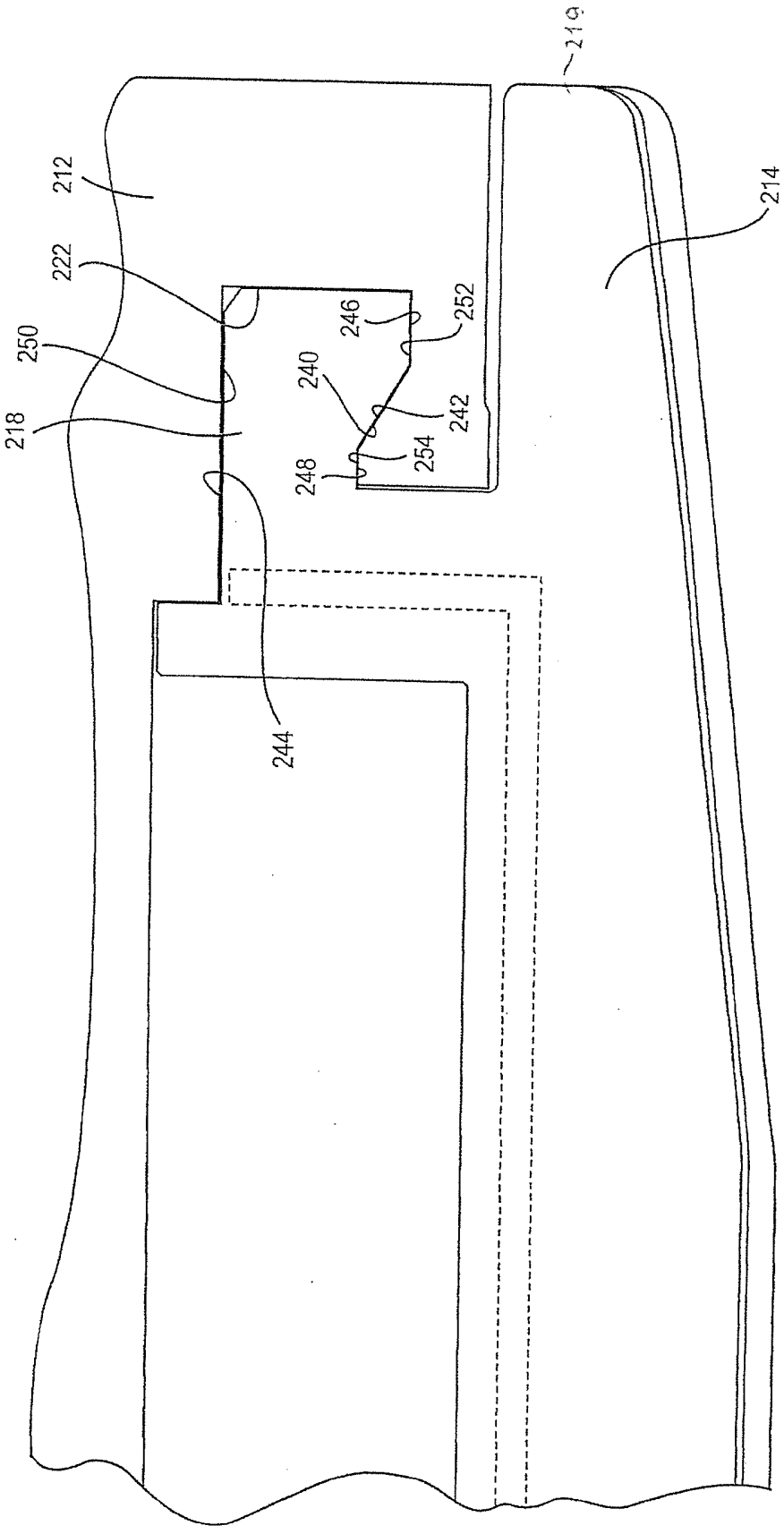


Fig. 4