

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 213 483 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
15.03.2006 Bulletin 2006/11

(51) Int Cl.:
F04D 29/54 ^(2006.01) **F01D 9/04** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **00870290.4**

(22) Date de dépôt: **06.12.2000**

(54) **Etage redresseur d'un compresseur**

Statorstufe eines Verdichters

Compressor stator stage

(84) Etats contractants désignés:
BE DE FR GB

(43) Date de publication de la demande:
12.06.2002 Bulletin 2002/24

(73) Titulaire: **Techspace Aero S.A.**
4041 Herstal (BE)

(72) Inventeur: **Bos, Mathieu**
3520 Zonhoven (BE)

(74) Mandataire: **Van Malderen, Joelle et al**
Office Van Malderen,
Boulevard de la Sauvenière, 85/043
4000 Liège (BE)

(56) Documents cités:
FR-A- 2 671 140 **GB-A- 748 912**
US-A- 2 812 159 **US-A- 5 569 019**

EP 1 213 483 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Objet de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à un étage redresseur d'un compresseur comprenant une succession d'étages redresseurs ou statoriques séparés par des étages rotoriques d'aubes tournantes, chaque étage redresseur étant constitué d'aubes fixes reliant une virole intérieure à une virole extérieure.

Etat de la technique

[0002] Les compresseurs coaxiaux sont bien connus en soi (voir US-A-5569019), et sont utilisés dans plusieurs types d'application. En particulier, ils sont utilisés dans les moteurs double corps, turbofans ou turboréacteurs. On note aussi leur présence dans les centrales électriques. Ces compresseurs basse ou haute pression sont essentiellement constitués de plusieurs étages d'aubes tournantes ou étages rotoriques séparés par des étages statoriques ou redresseurs qui ont pour but de repositionner (redresser) le vecteur vitesse du fluide sortant de l'étage précédent avant de l'envoyer vers le compartiment suivant.

[0003] Chacun de ces étages redresseurs est constitué essentiellement d'aubes fixes reliant une virole extérieure à une virole intérieure, toutes deux concentriques.

[0004] Le problème est que ces étages redresseurs sont soumis à des efforts relativement importants dus entre autres aux vibrations qui provoquent rapidement une usure par fatigue.

[0005] Afin de résoudre ce problème de fatigue, il a été proposé de rigidifier les viroles. En rigidifiant les viroles, et en particulier les viroles intérieures des premiers étages de compression, on permet en effet de déplacer les fréquences propres de certains modes de sollicitation qui usent de manière excessive lesdites viroles.

[0006] Plusieurs solutions de rigidification ont été envisagées. En particulier l'utilisation de raidisseurs en forme de bandage usinés sur la virole intérieure ou sur la virole extérieure et du côté non fonctionnel a été proposée. On a également proposé d'usiner des escaliers dans la tôle des viroles intérieure ou extérieure. Ces bandages ou escaliers peuvent également être constitués d'une pièce rapportée par soudage ou par rivetage. En outre, afin d'augmenter l'étanchéité d'un étage à l'autre, il est habituel de disposer sous la tôle de la virole intérieure du redresseur un élément élastomère qui scelle l'aube fixe sur la virole intérieure et qui servira également de joint entre les éléments tournants et fixes. Ceci permet d'éviter un retour des gaz vers l'étage précédent, qui pourrait entraîner un décrochage moteur dans le cas d'un turbofan.

[0007] Néanmoins, les diverses solutions proposées selon l'état de la technique sont des solutions relativement coûteuses étant donné que la matière nécessaire pour usiner la tôle des viroles est relativement importan-

te.

[0008] Un autre problème important dans le cas des étages redresseurs d'un compresseur est qu'il convient de solidariser de manière particulièrement efficace lesdites aubes aux viroles. En effet, cette solidarisation des aubes aux viroles doit être optimale de manière à pouvoir faire face à des accidents tels que le bris d'une aube ou l'ingestion d'un corps étranger tel qu'un oiseau dans ledit turboréacteur.

[0009] De plus, un déplacement des aubes par rapport aux viroles provoque une usure importante avec un cric de fatigue qui peut provoquer le bris desdites aubes ou même de la virole.

[0010] Habituellement, on solidarise les aubes aux viroles, tant intérieure qu'extérieure, par des rivets ou des soudures. Néanmoins, le recours à ces moyens de solidarisation présente l'inconvénient majeur de perturber le flux et de générer une perte de charge dans la veine aérodynamique.

Buts de l'invention

[0011] La présente invention vise à proposer une solution qui permette de combiner les fonctions de rigidification de la virole intérieure et de rétention des aubes d'un étage redresseur d'un compresseur axial.

[0012] En particulier, la présente invention vise à permettre une solution qui offre une grande simplicité de montage et ne nécessite pas d'opérations d'assemblage supplémentaires.

[0013] La présente invention vise également à proposer une solution dans laquelle la veine aérodynamique du flux n'est pas altérée par la présence de soudures ou de rivets au niveau de la virole.

[0014] La présente invention vise également à permettre la réalisation d'une solution d'un coût peu élevé.

Principaux éléments caractéristiques de l'invention

[0015] La présente invention se rapporte à un étage redresseur d'un compresseur comprenant deux viroles, une virole intérieure et une virole extérieure, toutes deux concentriques et de préférence circulaires et reliées l'une à l'autre par une série d'aubes fixes. Au moins la virole intérieure est munie de lumières ou ajours qui permettent le passage desdites aubes dans ces lumières. Les aubes elles-mêmes présentent à leur extrémité qui sera disposée du côté de la virole intérieure un second ajour destiné à permettre le passage d'une pièce de rétention et de rigidification présentant une fonction élastique. Cette pièce de rétention et de rigidification permettra de manière avantageuse la solidarisation des aubes deux à deux du côté non fonctionnel, c'est-à-dire du côté de la face interne, de la virole intérieure.

[0016] Selon une forme d'exécution particulièrement préférée, cette pièce de rétention et de rigidification se présente sous la forme d'une tôle découpée, formée et pliée en deux et est munie de deux tenons plats destinés

à être logés dans les ajours de deux aubes successives.

[0017] De manière particulièrement avantageuse, le fait que cette pièce soit pliée permet qu'elle assure une fonction de ressort par exemple un ressort de type « épingle à cheveux ».

[0018] De manière particulièrement avantageuse, on observe que le montage sera rapide et aisé, et s'effectuera en exerçant une précompression sur ladite pièce de rétention et de rigidification que l'on positionnera ensuite dans les deux ajours de deux aubes successives et que l'on relâchera ensuite simplement. Une fois que cette pièce est montée, l'effet ressort écarte les deux aubes successives reliées.

[0019] De manière particulièrement avantageuse, le placement de ladite pièce se fera contre le bord des ajours de la virole.

[0020] Ceci provoque de manière particulièrement avantageuse un effet de rétention desdites aubes à la virole intérieure mais également un effet de rigidification de l'ensemble de la virole intérieure, permettant ainsi un déplacement des fréquences propres de certains modes de sollicitation sur les viroles.

[0021] De manière particulièrement avantageuse, ces pièces seront ensuite noyées dans un élément élastomère.

Breve description des dessins

[0022] La figure 1 représente une vue générale de l'étage de compression d'un turbofan avec un dispositif de rigidification des viroles selon l'état de la technique.

[0023] La figure 2 représente un détail de la figure 1 montrant le dispositif de rigidification selon l'état de la technique comprenant des raidisseurs au niveau de la virole intérieure.

[0024] La figure 3 représente le dispositif de rétention utilisé dans la solution selon la présente invention.

[0025] La figure 4 représente le dispositif de rétention selon l'invention disposé au niveau d'une virole intérieure et de deux aubes successives de manière à permettre la rigidification de ladite virole intérieure et la fonction de rétention des aubes sur cette virole.

Description d'une forme d'exécution préférée de l'invention

[0026] La figure 1 représente l'étage de compression d'un turbofan. Cet étage de compression est composé de deux types de pièces :

- d'une part, des pièces mobiles qui sont essentiellement constituées par le rotor 1 muni de plusieurs séries d'aubes mobiles 3,3',3",... correspondant à plusieurs étages rotoriques successifs, et
- d'autre part des pièces fixes constituant les étages statoriques redresseurs 2,2', 2",... séparant les étages rotoriques 3,3',3",...

[0027] Chaque étage redresseur 2,2',2",... est essentiellement constitué par une virole intérieure respectivement 4,4',4",..., une virole extérieure respectivement 5,5',5",... et une série d'aubes fixes respectivement 6,6',6",... reliant lesdites virole intérieure et virole extérieure.

[0028] De préférence, lesdites viroles intérieures 4,4',4",... et lesdites viroles extérieures 5,5',5",... sont propres à chacun des étages redresseurs 2,2',2",... Plus précisément, les viroles intérieures 4,4',4",... et les viroles extérieures 5,5',5",... se présentent sous la forme de tôles métalliques en forme de bagues tandis que les séries d'aubes fixes 6,6',6",... correspondent à des tôles métalliques reliant radialement une virole intérieure à une virole extérieure pour chaque série.

[0029] En outre, habituellement, une pièce élastomérique 7, 7',7",... est présente sur la surface interne des viroles intérieures 4,4',4",... correspondantes. Ces pièces élastomériques 7,7',7", jouent le rôle de joints entre deux étages rotorique et statorique qui se succèdent.

[0030] Le gaz traverse d'abord le premier étage redresseur 2 du compresseur où son vecteur vitesse est repositionné afin d'être entraîné par le premier étage rotorique d'aubes tournantes 3 avant de rejoindre le deuxième étage redresseur 2' pour être à nouveau repositionné en 3', etc. Le gaz subit ainsi un cycle d'entraînement - repositionnement à l'issue duquel son énergie cinétique diminue progressivement tandis que sa pression croît.

[0031] Selon l'état de la technique et comme représenté aux figures 1 et 2, des escaliers 8 sont usinés dans la tôle de la virole intérieure 4 pour rigidifier ladite virole, et en particulier le premier étage redresseur 2.

[0032] L'alternative proposée par la présente invention consiste à rigidifier une virole tout en assurant une fonction de rétention des aubes à ladite virole.

[0033] La pièce 100 de rétention des aubes est décrite en détail à la figure 3. On observe qu'elle se présente essentiellement sous la forme d'une tôle découpée, formée et repliée 110 munie de deux tenons plats 117 et 119. La conformation et la composition de la tôle 110 sont telles que la pièce 100 peut être assimilée à un ressort de type «épingle à cheveux».

[0034] La figure 4 représente le principe à la base de la présente invention et explique comment la pièce de rétention et de rigidification 100 est disposée au niveau d'une virole et de deux aubes successives pour assurer à la fois la rigidification de cette virole et la rétention des deux aubes successives à cette virole. Selon ce principe, la virole, et de préférence la virole intérieure 4, est pourvue de lumières ou ajours 42,42' qui permettent la fixation, de préférence sur la face interne de ladite virole 4, des aubes successives 60,61,62,... par leurs extrémités 51,51'. Les extrémités 51,51' desdites aubes présentent elles-mêmes des ajours 52,52'. Lesdites aubes 60,61,62,... sont solidarisées à la virole 4 à l'aide de la pièce de rétention et de rigidification 100. Plus précisément, les tenons plats 117 et 119 de ladite pièce rétention et de rigidification 100 sont logés dans les ajours 52, 52'

des deux aubes successives 60, 61, 62, ... La pièce de rétention et de rigidification 100 permet ainsi de solidariser les aubes deux à deux (60 et 61, 62 et 63, etc.) au niveau des étages redresseurs. Concrètement, pour mettre en place la pièce de rétention et de rigidification 100 au niveau des aubes 60,61,62,..., on exerce sur elle une précompression (voir les flèches sur la figure 3) comme on le ferait en utilisant une pince à sucre. On positionne ensuite la pièce 100 de façon à ce que ses tenons aplatis 117, 119 viennent se loger dans les ajours respectivement 52 et 52' des aubes successives 60,61,62,... Enfin on relâche simplement ladite pièce 100. Une fois montée, l'effet ressort de la pièce de rétention et de rigidification 100 agit en maintenant les aubes successives 60,61,62,... écartées.

[0035] Enfin, il est habituel de noyer tout le dispositif, c'est-à-dire la pièce de rétention et de rigidification 100 et les extrémités des aubes, dans un élément élastomère 200 qui permet de sceller l'extrémité de l'aube à la virole.

[0036] En outre, ceci permet d'augmenter l'étanchéité de tout l'étage redresseur.

Revendications

1. Etage redresseur (2) d'un compresseur (1) comprenant une virole extérieure (5) et une virole intérieure (4), toutes deux concentriques et de préférence circulaires et reliées l'une à l'autre par une série d'aubes fixes (60,61,62,...), **caractérisé en ce que**, au moins la virole intérieure (4) étant pourvue de lumières ou ajours (42,42') qui permettent le passage d'une des extrémités (51,51') desdites aubes (60,61,62,...) dans ces lumières ou ajours (42,42'), les aubes (60,61,62,...) présentent à leur extrémité (51,51') un second ajour (52,52') destiné à permettre le passage d'une pièce de rétention et de rigidification (100) présentant une fonction élastique afin de les maintenir deux par deux.
2. Etage redresseur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite pièce de rétention et de rigidification (100) est un ressort de type «épingle à cheveux» et se présente essentiellement sous la forme d'une tôle découpée, formée et repliée (110) munie de deux tenons plats (117 et 119) qui sont dimensionnés de manière à permettre leur localisation dans les ajours (52,52') de deux aubes successives (60,61;61,62;...).
3. Etage redresseur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'extrémité (51,51') des aubes fixes (60,61,62, ...) est noyée dans un élément élastomère (200).
4. Procédé de montage au niveau d'un étage redresseur d'une pièce de rétention et de rigidification (100) présentant une fonction élastique, l'étage redres-

seur comprenant une virole extérieure (5) et une virole intérieure (4), toutes deux concentriques et de préférence circulaires et reliées l'une à l'autre par une série d'aubes fixes (60,61,62,...), ladite pièce de rétention et de rigidification (100) se présentant essentiellement sous la forme d'une tôle découpée, formée, repliée (110) et munie de deux tenons plats (117 et 119) qui sont dimensionnés de manière à permettre leur localisation dans les ajours (52,52') de deux aubes successives (60,61;61,62;...), **caractérisé en ce que** l'on exerce une précompression sur ladite pièce de rétention et de rigidification (100), on la place au niveau des aubes successives (60,61,62,...) de manière à ce que les deux tenons (117 et 119) viennent se loger dans les ajours (52, 52') desdites aubes (60, 61, 62, ...), puis on relâche la pression exercée sur ladite pièce de rétention et de rigidification (100).

Patentansprüche

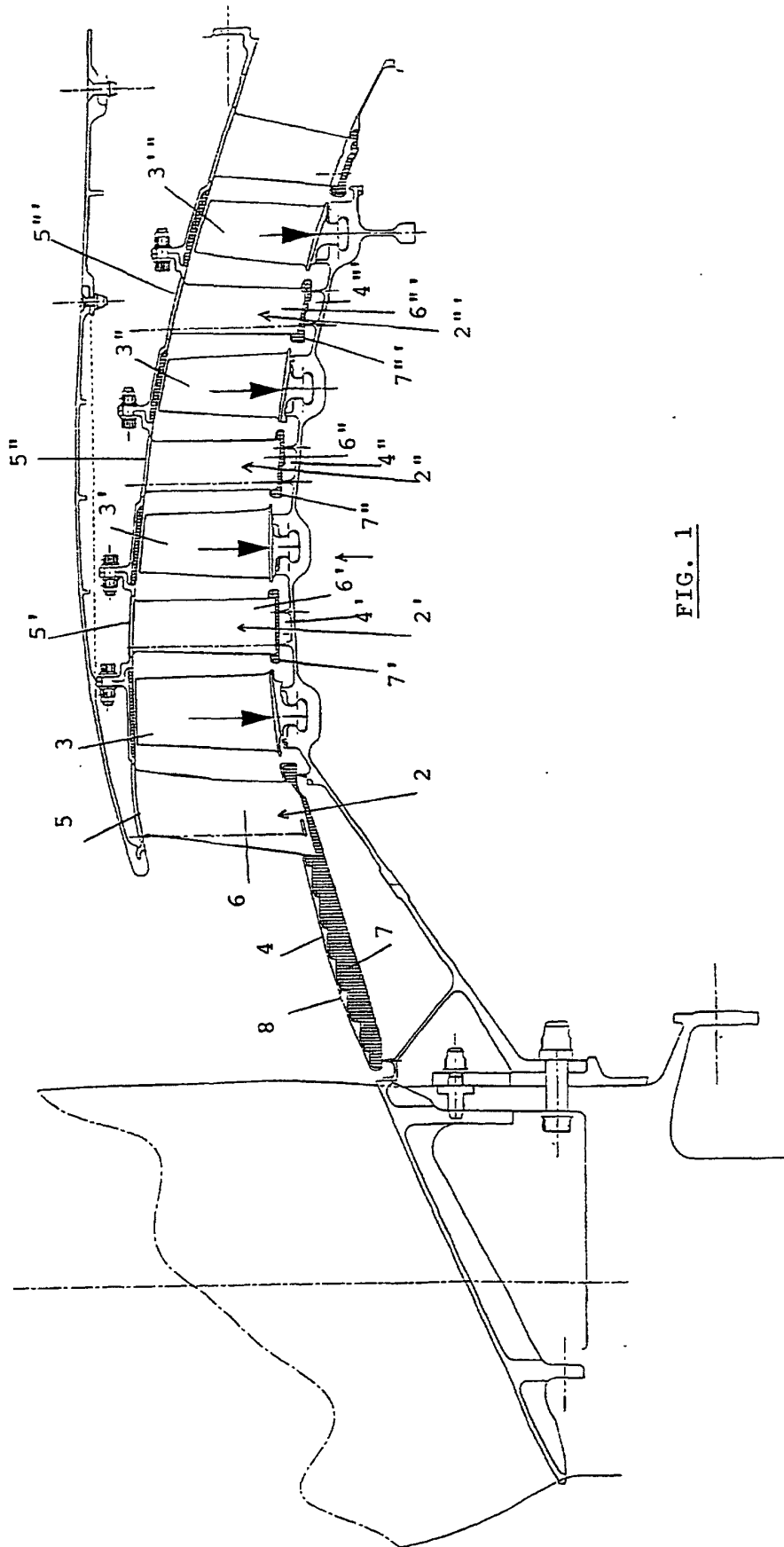
1. Leitapparat (2) eines Verdichters (1), der einen Außenring (5) und einen Innenring (4) umfasst, die beide konzentrisch und vorzugsweise kreisförmig sind und die durch eine Reihe Leitschaukeln (60, 61, 62...) miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens der Innenring (4) mit Schlitzten oder Ausschnitten (42, 42') versehen ist, die es ermöglichen, dass ein Ende (51, 51') der besagten Leitschaukeln (60, 61, 62...) durch diese Schlitzte oder Ausschnitte (42, 42') geführt wird, wobei die Leitschaukeln (60, 61, 62...) an ihrem Ende (51, 51') einen zweiten Ausschnitt (52, 52') aufweisen, der zur Durchführung eines Rückhalte- und Versteifungsteils (100) dient, das eine Federfunktion aufweist, um sie paarweise zusammenzuhalten.
2. Leitapparat nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückhalte- und Versteifungsteil (100) eine Feder vom Typ "Haarklammer" ist und im wesentlichen die Form eines ausgestanzten, gebogenen Formblechs (110) aufweist, das mit zwei Flachzapfen (117 und 119) versehen ist, die so bemessen sind, dass sie genau in die Ausschnitte (52, 52') von zwei aufeinanderfolgenden Leitschaukeln (60, 61; 61, 62;...) passen.
3. Leitapparat nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ende (51, 51') der Leitschaukeln (60, 61, 62...) in ein Elastomerteil (200) eingebettet ist.
4. Einbauverfahren eines Rückhalte- und Versteifungsteils (100), das eine Federfunktion aufweist, in einen Leitapparat, der einen Außenring (5) und einen Innenring (4) umfasst, die beide konzentrisch und vorzugsweise kreisförmig sind und die durch eine

Reihe Leitschaufeln (60, 61, 62...) miteinander verbunden sind, wobei das Rückhalte- und Versteifungsteil (100) im wesentlichen die Form eines ausgestanzten, gebogenen Formblechs (110) aufweist, das mit zwei Flachzapfen (117 und 119) versehen ist, die so bemessen sind, dass sie genau in die Ausschnitte (52, 52') von zwei aufeinanderfolgenden Leitschaufeln (60, 61; 61, 62;...) passen; **dadurch gekennzeichnet, dass** das besagte Rückhalte- und Versteifungsteil (100) vorgespannt wird, dass es dann so bei den aufeinanderfolgenden Leitschaufeln (60, 61, 62...) eingesetzt wird, dass die beiden Zapfen (117 und 119) in die Ausschnitte (52, 52') der besagten Leitschaufeln (60, 61, 62...) eingeschoben werden, und dann die auf das besagte Rückhalte- und Versteifungsteil (100) ausgeübte Spannung weggenommen wird.

vided with two flat stubs (117, 119) that are sized so as to allow them to be housed in the apertures (52,52') of two successive vanes 60,61;61,62,etc.), **characterized in that** a precompression is exerted on said retaining and rigidifying component (100), it is placed on the successive vanes (60,61,62,etc.) such that the two stubs (117,119) are housed in the apertures (52,52') of said vanes (60,61,62,etc.) and the pressure exerted on said retaining and rigidifying component (100) is then released.

Claims

1. Guide vane stage (2) of a compressor (1) comprising an outer ring (5) and an inner ring (4), which are both concentric and preferably circular, connected to each other by a series of fixed vanes (60,61,62,etc.), **characterized in that** at least the inner ring (4) being provided with holes or apertures (42,42') that allow one of the ends (51, 51') of said vanes (60, 61, 62, etc.) to pass through these holes or apertures (42, 42'), the vanes (60,61,62,etc.) have at their end (51,51') a second aperture (52, 52') intended to allow the passage of a retaining and rigidifying component (100) having an elastic function in order to maintain them in pairs.
2. Guide vane stage according to Claim 1, **characterized in that** said retaining and rigidifying component (100) is a spring of the "hairpin" type and is essentially in the form of a metal sheet (110) that is cut, shaped and folded, and is provided with two flat stubs (117,119) that are sized so as to allow them to be housed in the apertures (52,52') of two successive vanes (60,61; 61, 62, etc.).
3. Guide vane stage according to Claim 1, **characterized in that** the end (51,51') of the fixed vanes (60,61,62,etc.) is buried in an elastomeric component (200).
4. Process for mounting at the level of a guide vane stage a retaining and rigidifying component (100) having an elastic function, the guide vane stage comprising an outer ring (5) and an inner ring (4), which are both concentric and preferably circular, connected to each other by a series of fixed vanes (60,61,62,etc.), said retaining and rigidifying component (100) being essentially in the form of a metal sheet (110) that is cut, shaped and folded, and pro-



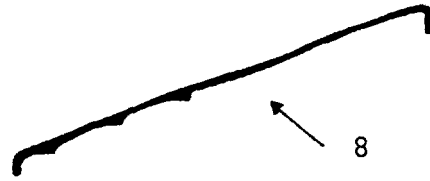


FIG. 2

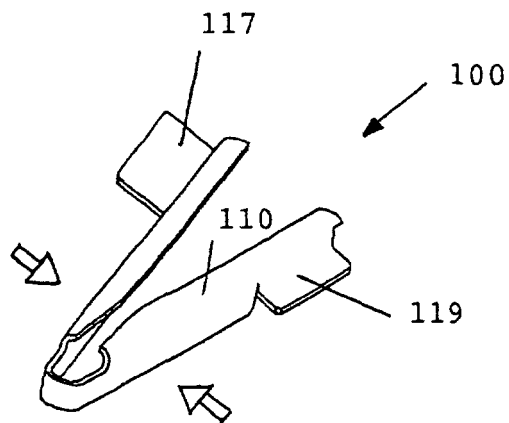


FIG. 3

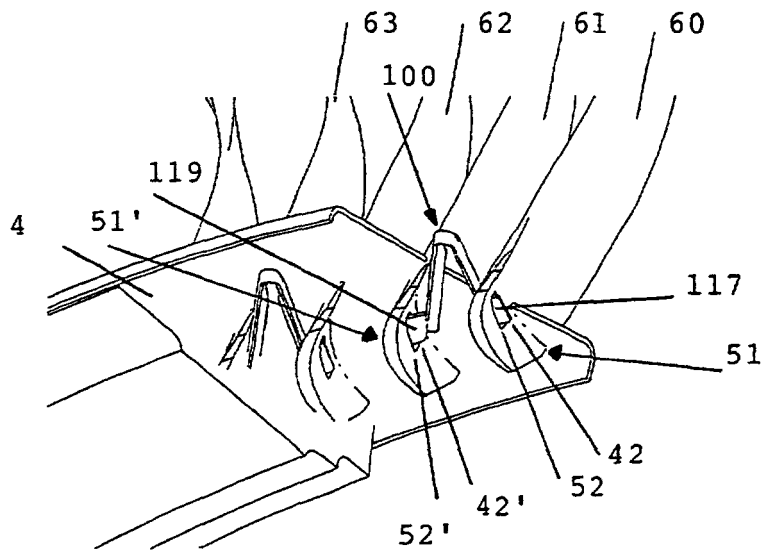


FIG. 4