



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 217 168 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
28.06.2006 Bulletin 2006/26

(51) Int Cl.:
F01D 5/00 (2006.01) F01D 5/30 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **00870311.8**

(22) Date de dépôt: **21.12.2000**

(54) **Moyen de rétention pour aubes mobiles dans un étage rotorique**

Axiale Fixierung von Rotorblättern einer Gasturbine

Axial fixation of gas turbine rotor blades

(84) Etats contractants désignés:
BE DE FR GB

(43) Date de publication de la demande:
26.06.2002 Bulletin 2002/26

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

(72) Inventeurs:
• **Culot, Yves**
4000 Liege (BE)

• **Michel, Bruno**
3070 Kortenbergh (BE)
• **Hockers, Jean**
4000 Liege (BE)

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

(56) Documents cités:
FR-A- 2 729 709 US-A- 4 349 318
US-A- 5 256 035 US-A- 5 320 492

EP 1 217 168 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 rotorique d'un compresseur ou d'une turbine qui comprend une succession d'étages rotoriques d'aubes tournantes séparés chaque fois par des étages redresseurs, distributeurs (ou statoriques). Lesdites aubes tournantes sont montées sur un rotor qui se présente en règle générale sous la forme d'un disque.

[0002] La présente invention se rapporte plus précisément au moyen de rétention ou solidarisation desdites aubes mobiles sur le rotor dans un étage rotorique.

Etat de la technique

[0003] Les compresseurs et turbines coaxiaux sont bien connus en soi, 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 ou turbines basse ou haute pression sont essentiellement constitués de plusieurs étages d'aubes tournantes ou étages rotoriques séparés par des étages statoriques, distributeurs ou redresseurs qui ont pour but de repositionner (distribuer ou redresser) le vecteur vitesse du fluide sortant de l'étage précédent avant de l'envoyer vers le compartiment suivant.

[0004] Chacun des étages statoriques est constitué d'aubes fixes qui sont soit fixées sur des anneaux concentriques intérieurs (viroles) soit assemblées par segments sur des carter.

[0005] Les étages rotoriques sont constitués d'aubes tournantes montées sur un rotor se présentant habituellement sous la forme d'un disque. Les aubes tournantes présentent à leur base une partie appelée plus communément "bulbe d'aube" qui prend la forme d'une succession d'excroissances et de creux et qui pourra s'adapter à une cavité femelle complémentaire située dans le disque du rotor. La succession d'excroissances et de creux de l'emboîtement empêchera l'aube de se désolidariser radialement lors de la mise en mouvement par action de la force centrifuge.

[0006] Le problème à résoudre reste alors la rétention amont et aval desdites aubes tournantes sur le rotor. Plusieurs manières de solidariser lesdites aubes tournantes peuvent être envisagées.

[0007] Une première possibilité est l'utilisation d'anneaux et flasques de retenue. Un anneau, qui se présente sous la forme d'un anneau plat, sert de circlip et permet la rétention aval desdites aubes lorsqu'elles sont disposées sur le rotor, tandis que le flasque de retenue permet la rétention amont et en outre l'anti-rotation de l'anneau plat. Ledit flasque est ensuite fixé et centré entre deux disques successifs du rotor.

[0008] Un autre procédé de fixation des aubes mobiles ou tournantes sur ledit rotor s'effectue à l'aide de rivets

qui permettent de garantir tant la rétention amont que la rétention aval. Le logement du rivet est dans ce cas usiné pour les deux tiers de sa circonférence sur l'aube, le dernier tiers restant sur le disque. Le rivetage se fait ensuite par expansion de la partie tubulaire du rivet après avoir mis en place toutes les aubes dans l'étage rotorique correspondant.

Le document FR-A-2 729 709 décrit un dispositif d'étanchéité et de rétention d'aubes pour des turbomachines dans lequel les aubes et le disque rotorique présentent côté amont des becquets qui se juxtaposent. Un anneau circulaire élastique est logé dans la gorge formée par les becquets. Celui-ci comporte un ou plusieurs taquets anti-rotation apte(s) à s'encastrent entre un becquet de disque usiné et un becquet d'aube évidé. Cette solution présente le désavantage de présenter un jeu axial de l'aube sur le disque et de générer par conséquent des vibrations de l'ensemble. En outre, la nécessité d'encastrent les taquets demande un usinage particulier du disque rotorique, donc coûteux.

Buts de l'invention

[0009] La présente invention vise à fournir une solution qui permette de solidariser les aubes tournantes ou mobiles à un disque servant de rotor.

[0010] En outre, la présente invention vise à permettre une rétention tant amont qu'aval tout en n'utilisant qu'une seule pièce pour toutes les aubes.

[0011] La présente invention vise également à réduire de façon significative le temps de pose ou de montage et à faciliter la maintenance de l'étage rotorique.

Principaux éléments caractéristiques de l'invention

[0012] La présente invention se rapporte à un étage rotorique d'une turbine ou d'un compresseur axial comprenant une pluralité d'aubes mobiles reliées à un corps rotorique par un moyen de rétention se présentant sous la forme d'une seule pièce correspondant à un anneau ouvert par une fente sur une section dudit anneau, ladite section présentant, sur le flanc radial défini comme le flanc tourné vers l'extérieur par rapport au corps rotorique, un surcroît de matière sous la forme d'un bossage anti-rotation s'étendant de part et d'autre de ladite fente, ledit moyen de rétention étant caractérisé en ce que :

- la longueur du bossage le long de l'anneau correspond à la distance intercalaire prévue entre deux aubes mobiles successives ;
- il est pourvu de moyens additionnels de réduction de jeu axial par auto-coincement dans une gorge, lesdits moyens additionnels comprenant la réalisation de l'anneau selon une section conique, à l'exception de la section présentant le bossage.

[0013] De préférence, la fente de l'anneau est découpée en biais.

[0014] Avantageusement, le surcroît de matière se présentant sous la forme d'un bossage est conçu de manière telle qu'il compense mécaniquement exactement le manque de matière dû à la présence de la fente.

[0015] De préférence, le moyen de rétention est réalisé dans un matériau métallique.

[0016] Selon une forme d'exécution préférée de l'invention, lesdites aubes mobiles présentent chacune un plat et un bulbe d'aube, chaque bulbe d'aube présentant d'une part, sur une première face, une excroissance sous forme de dent de castor faisant fonction de butée franche par positionnement et contact direct avec ledit corps rotorique et d'autre part sur la face opposée, une excroissance sous forme de crochet pour le placement du moyen de rétention contre un flanc plat du corps rotorique.

Brève description des figures

[0017] La figure 1 représente une vue générale d'une turbine basse pression d'un turbofan dans lequel sont présents une succession d'étages distributeurs et d'étages rotoriques.

[0018] La figure 2 représente une vue en coupe d'une aube munie des moyens de solidarisation au rotor.

[0019] La figure 3 représente une vue en perspective du bulbe d'une aube destinée à être utilisée selon le procédé de montage de la présente invention.

[0020] La figure 4 représente une vue en perspective des moyens de solidarisation mis en oeuvre selon la présente invention des aubes tournantes au rotor.

[0021] La figure 5 représente une vue en perspective de l'anneau de solidarisation selon la présente invention.

[0022] Les figures 6a à 6c représentent le principe de montage de l'anneau selon la présente invention.

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

[0023] La figure 1 représente la turbine basse pression d'un turbofan. Cette turbine est constituée de plusieurs étages successifs, chacun 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 distributeurs 2,2',2",... séparant les étages rotoriques 3,3',3",...

[0024] Chaque étage distributeur 2,2',2",... est essentiellement constitué d'aubes 2,2',2",... contenues entre deux plateformes intérieure 4,4',4",... et extérieure 5,5',5",...

[0025] Chaque étage rotorique est constitué par les aubes tournantes 3,3',3",... toutes reliées au rotor 1 par

des moyens de rétention.

[0026] Le gaz frappe d'abord le premier distributeur 2 du premier étage statorique basse pression où son vecteur vitesse est repositionné avant de frapper le premier rotor 3 pour être à nouveau repositionné par le deuxième étage statorique en 2', avant de frapper à nouveau le deuxième étage rotorique 3', etc. Le gaz subit ainsi un cycle de poussée - redistribution des vitesses à l'issue duquel son énergie cinétique diminue progressivement ainsi que sa pression, tandis que le travail rotorique croît en s'additionnant d'étage en étage.

[0027] Aux figures 2 et 3, une aube tournante 3 se présente classiquement sous la forme d'un plat 30 lié à un bulbe d'aube 31. Les différents bulbes 31,31',31" seront usinés de telle sorte qu'ils puissent être disposés successivement autour d'un disque 10 qui sert de rotor, ainsi que représenté à la figure 4.

[0028] Le placement des aubes tournantes 3 sur le rotor 10 se fait par glissement entre les dents du disque. En effet, les bulbes d'aube 31,31',31" présentent une forme mâle constituée d'une succession d'excroissances et de creux à laquelle correspond essentiellement une cavité femelle complémentaire réalisée dans le disque 10 servant de rotor, ces cavités créant des « dents » sur le disque.

[0029] Afin de garantir tant une rétention amont qu'une rétention aval, il est prévu que les bulbes d'aube 31,31',31" présentent chacun, d'une part, sur une première face, une excroissance sous forme de dent de castor 33 qui servira de butée franche en se positionnant directement en contact avec le disque rotorique 10, et d'autre part, sur la face opposée, une excroissance sous forme de crochet 32 qui va permettre le placement d'un anneau 40.

[0030] La présence de cet anneau 40 va avantageusement permettre la solidarisation de tous les bulbes d'aube 31,31',31" sur le même disque rotorique 10. Un tel anneau est représenté en détail à la figure 5.

[0031] Selon une caractéristique importante de la présente invention, cet anneau 40 présente une fente 41, de préférence découpée en biais, de manière à ce que l'on puisse effectuer la mise en place de l'anneau en précontrainant celui-ci et en le relâchant ensuite.

[0032] En outre, cet anneau 40 présente sur au moins un flanc radial 42 un surcroît de matière sous la forme d'un bossage 45. Avantageusement, ce bossage 45 est présent sur une portion qui correspond essentiellement à la distance prévue entre deux aubes successives ainsi que représenté à la figure 4. Sur cette distance se trouve également ladite fente 41.

[0033] Le bossage présente en outre l'avantage d'empêcher la rotation de l'anneau 40 par rapport au disque 10.

[0034] De plus, ledit bossage 45 est dessiné et calculé pour correspondre exactement au manque de matière dû à la présence de la fente 41. Le bossage 45 a donc pour but de proposer un balourd qui doit compenser exactement le manque de matière dû à la fente 41.

[0035] En outre, l'anneau 40, ainsi que représenté à la figure 2, présente une section conique qui permet, lors du fonctionnement de l'étage rotorique, de diminuer ou même supprimer le jeu axial de l'aube sur le disque et donc de diminuer les vibrations qui pourraient être générées par la force centrifuge.

[0036] Les figures 6a-6c représentent la mise en place de l'anneau 40 sur le disque rotorique 10. En particulier, l'anneau 40 est configuré de telle manière qu'à l'état libre (Fig. 6a), il présente une certaine ouverture A. Pour permettre sa mise en place, on aura tendance à effectuer un pincement lors du montage de manière à précontraindre l'anneau (Fig. 6b). Après sa mise en place (Fig. 6c), l'anneau se relâchera de sorte qu'il se positionnera parfaitement entre deux aubes tournantes ainsi que représenté à la figure 5.

[0037] Cet anneau est de préférence réalisé en un matériau métallique qui permet son utilisation à des températures élevées.

[0038] De manière particulièrement avantageuse, ceci permet de réaliser la rétention à l'aide d'une seule pièce qui est l'anneau et ceci pour toutes les aubes, ce qui permet de réduire de manière significative le temps de pose et de montage et d'en faciliter la maintenance.

La présente invention présente en outre spécifiquement les différences et avantages suivants sur l'état de la technique le plus proche susmentionné (FR-A-2 729 709). Dans la présente invention :

- la distance sur laquelle s'étend le bossage de part et d'autre de la fente correspond précisément à la distance intercalaire entre les crochets 32 de deux aubes successives ; dans l'état de la technique, les deux taquets sont équidistants de la fente et séparés par une distance correspondant à la largeur du becquet d'une seule aube ;
- le disque rotorique est simplifié par rapport à l'état de la technique qui nécessite l'usinage d'autant de becquets de disque que d'aubes à brocher ;
- le balourd constitué par le bossage procure l'équilibre dynamique du rotor ;
- l'anneau de section conique, sous l'effet de la force centrifuge, permet l'élimination du jeu axial des aubes.

Revendications

1. Etage rotorique d'une turbine ou d'un compresseur axial comprenant une pluralité d'aubes mobiles (3,3', 3'', ...) reliées à un corps rotorique (10) par un moyen de rétention se présentant sous la forme d'une seule pièce correspondant à un anneau (40) ouvert par une fente (41) sur une section dudit anneau, ladite section présentant, sur le flanc radial (42) défini comme le flanc tourné vers l'extérieur par rapport au corps rotorique (10), un surcroît de matière sous la forme d'un bossage anti-rotation (45) s'étendant de

part et d'autre de ladite fente (41), ledit moyen de rétention étant **caractérisé en ce que** :

- la longueur du bossage (45) le long de l'anneau (40) correspond à la distance intercalaire prévue entre deux aubes mobiles (3,3') successives ;
- il est pourvu de moyens additionnels de réduction de jeu axial par auto-coincement dans une gorge, lesdits moyens additionnels comprenant la réalisation de l'anneau (40) selon une section conique, à l'exception de la section présentant le bossage (45).

2. Etage rotorique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la fente (41) de l'anneau (40) est découpée en biais.
3. Etage rotorique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le surcroît de matière se présentant sous la forme d'un bossage (45) est conçu de manière telle qu'il compense mécaniquement exactement le manque de matière dû à la présence de la fente (41).
4. Etage rotorique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le moyen de rétention est réalisé dans un matériau métallique.
5. Etage rotorique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdites aubes mobiles (3,3',3'', ...) présentent chacune un plat (30) et un bulbe d'aube (31), chaque bulbe d'aube (31) présentant, d'une part, sur une première face, une excroissance sous forme de dent de castor (32) faisant fonction de butée franche par positionnement et contact direct avec ledit corps rotorique (10), et d'autre part, sur la face opposée, une excroissance sous forme de crochet (33) pour le placement du moyen de rétention contre un flanc plat du corps rotorique (10).

Claims

1. Rotor stage of an turbine or of an axial compressor comprising several mobile blades (3, 3', 3'',...) connected to a rotor body (10) by a retention means having the form of a single part corresponding to a ring (40) opened by a split (41) on a section of said ring, said section having, on the radial side (42) defined as the side facing outwards relative to the rotor body (10), spare material in the form of an anti-rotation boss (45) extending on both sides of said slit (41), said retention means being **characterised in that**:

- the length of the boss (45) along the ring (40)

corresponds to the insertion distance provided between two successive mobile blades (3,3');
- it is provided with an additional means for reducing the axial gap by self-jamming into a groove, said additional means comprising making the ring (40) with a tapered section, with the exception of the section with the boss (45).

2. Rotor stage according to Claim 1, **characterised in that** the slit (41) of the ring (40) is cut at an angle. 10
3. Rotor stage according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the spare material having the form of a boss (45) is designed so that it precisely compensates mechanically for the lack of material due to the presence of the slit (41). 15
4. Rotor stage according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the retention means is made of a metal material. 20
5. Rotor stage according to any one of the preceding claims, **characterised in that** said mobile blades (3, 3', 3'',...) each have a flat part (30) and a blade bulb (31), each blade bulb (31) having, for one thing, on a first face, a protrusion in the form of a beaver's tooth (32) acting as an open stop by positioning and direct contact with said rotor body (10), and for another thing, on the opposite face, a protrusion in the form of a hook (33) for positioning the retention means against a flat side of the rotor body (10). 25 30

Patentansprüche

1. Rotorstufe einer Turbine oder eines Axialverdichters, die eine Vielzahl von Laufschaufeln (3, 3', 3'') umfasst, die mit dem Rotorkörper (10) durch ein Haltemittel in Form eines einzigen Teils verbunden sind, das einem Ring (40) entspricht, der durch einen Schlitz (41) auf einem Abschnitt des besagten Rings offen ist, wobei dieser Abschnitt in seiner radialen Flanke (42), die als die Flanke definiert ist, die in Bezug auf den Rotorkörper (10) nach außen gedreht ist, einen Materialüberschuss in Form eines drehverhindernden Wulstes (45) aufweist, der sich auf beiden Seiten des besagten Schlitzes (41) erstreckt, wobei das besagte Haltemittel **dadurch gekennzeichnet ist, dass:** 35 40 45 50
 - die Länge des Wulstes (45) entlang des Rings (40) dem Zwischenraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Laufschaufeln (3, 3') entspricht;
 - zusätzliche Mittel zur Reduzierung des Axialspiels durch automatische Klemmung in einer Nut vorgesehen sind, wobei die besagten zusätzlichen Mittel die Ausführung des Rings (40) gemäß einem kegelförmigen Querschnitt um-

fassen, mit Ausnahme des Abschnitts mit dem Wulst (45).

2. Rotorstufe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlitz (41) des Rings (40) schräg geschnitten ist. 5
3. Rotorstufe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Materialüberschuss in Form eines Wulstes (45) so ausgeführt ist, dass er in mechanischer Hinsicht genau den Materialmangel aufgrund des vorhandenen Schlitzes (41) ausgleicht. 10
4. Rotorstufe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Haltemittel in einem metallischen Werkstoff hergestellt wird. 15
5. Rotorstufe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagten Laufschaufeln (3, 3', 3'') jeweils ein Flachteil (30) und einen Schaufelwulst (31) aufweisen, wobei jeder Schaufelwulst (31) einerseits auf einer ersten Seite einen Auswuchs in Form eines Biberzahns (32) aufweist, der die Funktion eines Anschlags durch Positionierung und direkten Kontakt mit dem besagten Rotorkörper (10) hat, und andererseits auf der gegenüberliegenden Seite einen Auswuchs in Form eines Hakens (33) für die Anbringung des Haltemittels gegen eine flache Flanke des Rotorkörpers (10) aufweist. 20 25 30

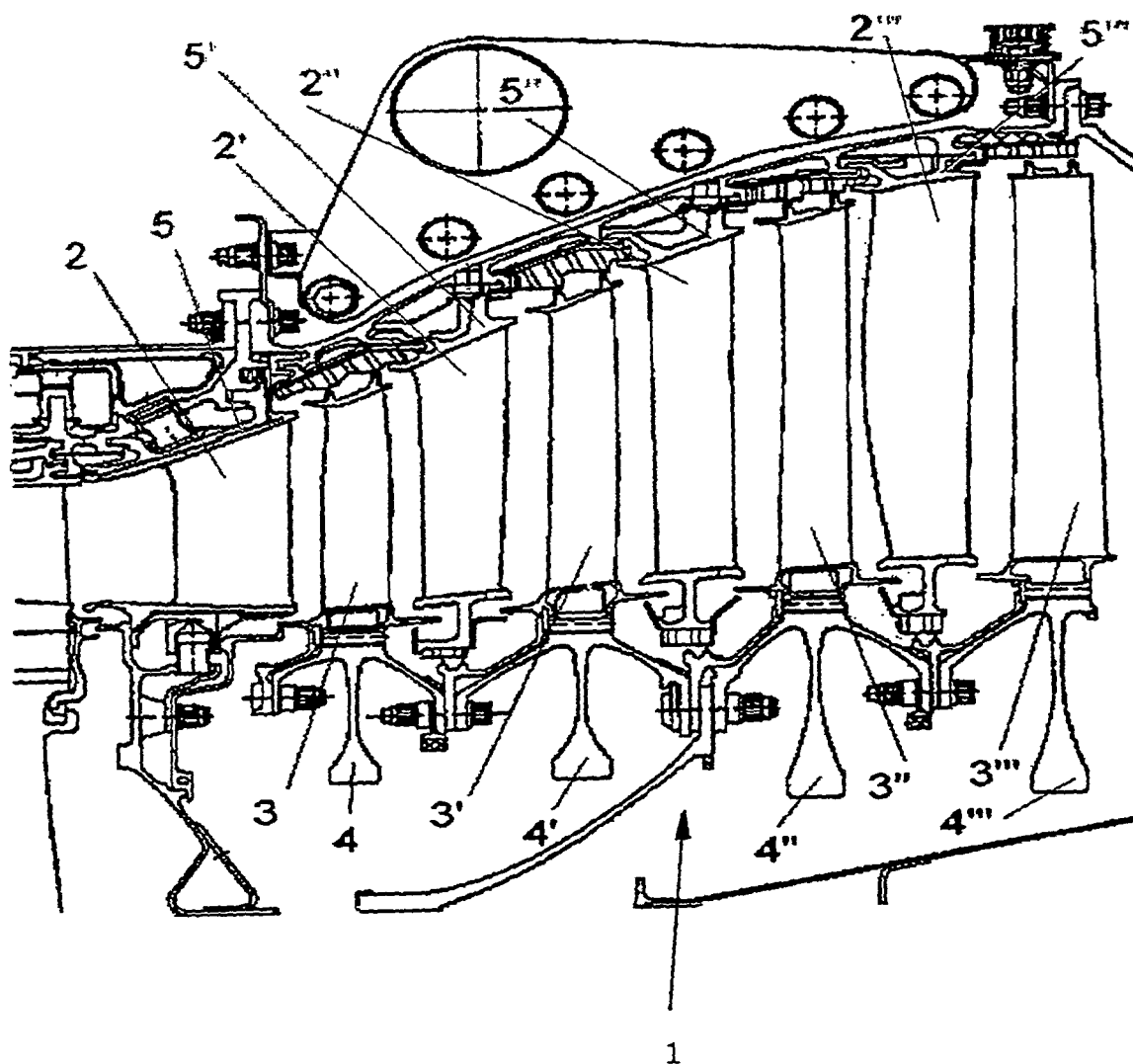


FIG. 1

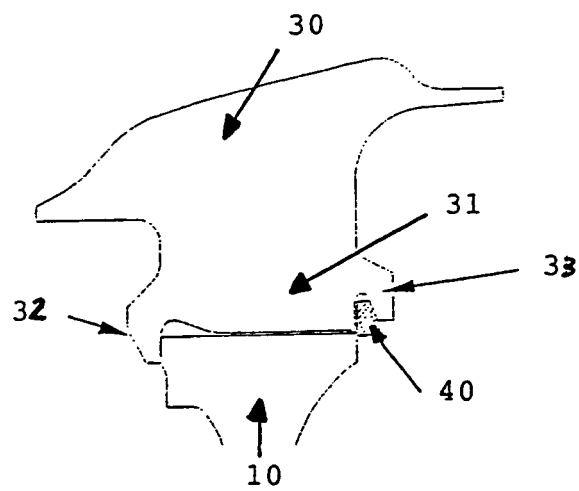


Fig. 2

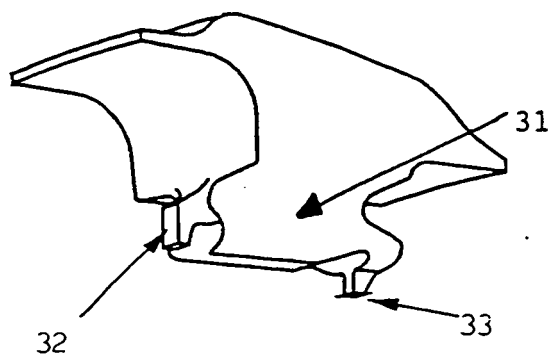


Fig. 3

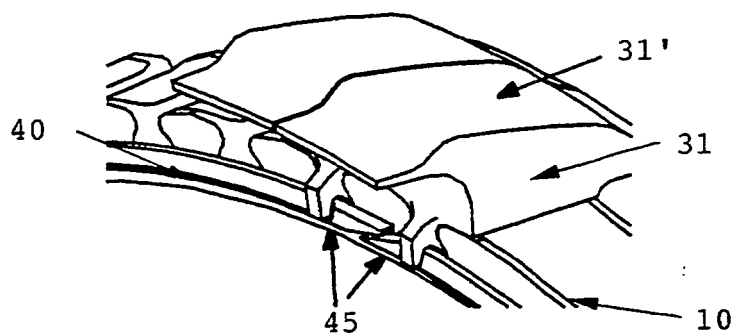


Fig. 4

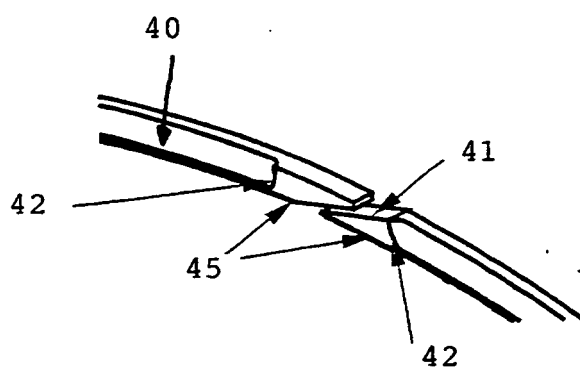


Fig. 5

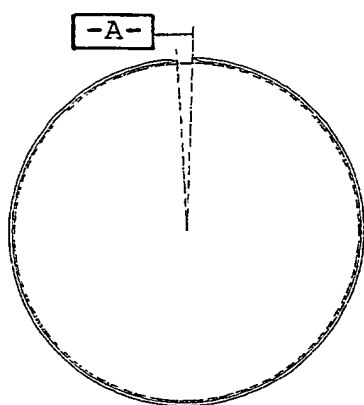


FIG. 6a

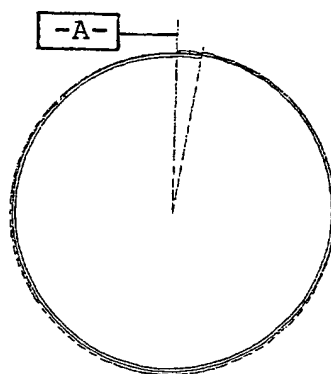


FIG. 6b

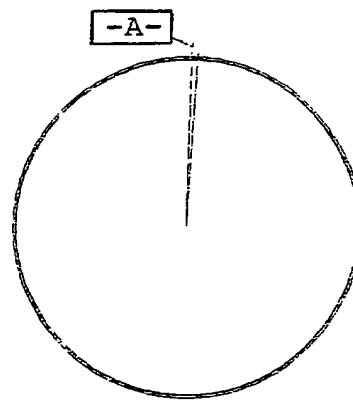


FIG. 6c