



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Numéro de publication: **0 446 119 B1**

12

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

- 45 Date de publication de fascicule du brevet: **02.08.95** 51 Int. Cl.⁸: **F04D 29/28**, B21D 53/26
- 21 Numéro de dépôt: **91400589.7**
- 22 Date de dépôt: **05.03.91**

- 54 **Procédé de fabrication d'une roue de ventilateur pour machines tournantes électriques, notamment pour alternateurs de véhicules automobiles, et roue de ventilateur obtenue par un tel procédé.**

30 Priorité: **08.03.90 FR 9002926**

43 Date de publication de la demande:
11.09.91 Bulletin 91/37

45 Mention de la délivrance du brevet:
02.08.95 Bulletin 95/31

84 Etats contractants désignés:
DE ES GB IT

56 Documents cités:
DE-A- 1 958 482
GB-A- 541 910
US-A- 1 897 947
US-A- 2 802 620

73 Titulaire: **VALEO EQUIPEMENTS ELECTRI-
QUES MOTEUR**
2, Rue André Boulle
F-94000 Creteil (FR)

72 Inventeur: **Galliet, Michel**
6, Allée du Moulin de Touillon
F-94370 Sucy-en-Brie (FR)

74 Mandataire: **Gamonal, Didier**
Valeo Management Services
Scé Propriété Industrielle
2, rue André Boulle
B.P. 150
F-94004 Créteil (FR)

EP 0 446 119 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

La présente invention a pour objet un procédé de fabrication d'une roue de ventilateur pour machines électriques tournantes, notamment pour alternateurs de véhicules automobiles, et une roue de ventilateur obtenue par un tel procédé.

De tels appareils ont besoin d'être refroidis en cours de fonctionnement de manière à rester à une température limitée leur permettant d'assurer un rendement optimal.

Ce refroidissement est obtenu en général par une ventilation forcée à travers l'appareil à refroidir au moyen d'une roue de ventilateur.

Il est nécessaire que l'augmentation du prix de revient correspondant à la présence d'une roue de ventilateur dans la machine tournante soit aussi faible que possible.

Une des méthodes connues permettant d'obtenir de telles roues de ventilateur est décrite notamment dans le document EP-A-0 270 393. Une telle méthode consiste, dans une première opération à découper un flan de tôle approximativement circulaire et comportant sur sa périphérie autant de dents que le ventilateur doit comporter de pales.

Dans une seconde opération, les dents sont pliées perpendiculairement au flan de tôle, afin d'obtenir des pales de ventilation.

Si une telle méthode permet d'obtenir des roues de ventilateurs à coût réduit, elle présente néanmoins divers inconvénients dont celui notamment de ne pouvoir réaliser des pales de ventilation qu'en nombre limité.

En effet, le nombre de pales de ventilation que l'on peut obtenir est fonction de la surface circulaire périphérique du flan de tôle et, si, dans des machines tournantes de grand diamètre, leur nombre peut être suffisant, il n'en est pas de même dans les machines tournantes de faible diamètre comme par exemple les alternateurs de véhicules automobiles. Pour les mêmes raisons, la surface des pales de ventilation est également limitée.

On peut remédier en partie à ces inconvénients en donnant aux pales de ventilation des formes particulières pour augmenter leur rendement mais ces méthodes conduisent inévitablement à des opérations supplémentaires et donc des augmentations de coût souvent incompatibles avec une fabrication en grand série.

Une solution, comme illustrée dans le document DE-A-1 958 482, peut consister à obtenir la roue de ventilateur à partir d'une bande de métal qui est pliée de manière à obtenir des pales de ventilation mais les pales ainsi obtenues ne peuvent résoudre en particulier les problèmes de bruit.

La présente invention remédie à ces inconvénients et propose à cet effet un procédé de fabrication d'une roue de ventilateur, notamment pour

machines électriques tournantes, ladite roue de ventilateur devant comporter n pales de ventilation, comprenant les opérations suivantes :

- 5 - on constitue une bande de métal de forme allongée
- on partage ladite bande de métal en $2n$ surfaces de forme générale quadrangulaire
- 10 - on plie successivement ou simultanément une surface quadrangulaire sur deux par rapport à leur ligne médiane constituée par la bissectrice de l'angle formé par les côtés de ladite surface quadrangulaire, de façon que, après pliage, la roue de ventilateur présente un contour sous la forme d'un polygone ayant des sommets s'inscrivant dans un cercle de centre O, les pales de ventilation présentant une inclinaison variable par rapport aux rayons.

De manière préférentielle les surfaces quadrangulaires destinées à être pliées suivant leur ligne médiane sont des trapèzes.

En utilisant ce procédé, on peut réaliser une roue de ventilateur dont le nombre de pales peut être élevé puisqu'il ne dépend que de la grandeur unitaire des surfaces non pliées.

De même, la surface des pales de ventilation peut être augmentée puisqu'elle ne dépend que de la grandeur unitaire des surfaces pliées.

Une roue de ventilateur réalisée selon le procédé ci-dessus présente des performances de refroidissement parfaitement adaptées aux machines tournantes électriques telles que les alternateurs pour véhicule automobile sur lesquels elle doit être installée, et à un coût très réduit.

De plus, le procédé suivant l'invention, comme il sera explicité plus avant, permet d'obtenir des pales non radiales et non équidistantes ce qui permet de maîtriser de manière particulièrement économique les phénomènes de bruit.

La description qui va suivre en regard des dessins annexés fera mieux comprendre comment l'invention peut être réalisée.

- 45 - la figure 1 est une vue de dessus partielle d'une bande de métal à partir de laquelle on fabrique la roue de ventilateur suivant l'invention ;
- la figure 2 est une vue de dessus d'une roue de ventilateur obtenue en utilisant le procédé de fabrication suivant l'invention ;
- 50 - les figures 3 et 4 sont des vues identiques respectivement aux figures 2 et 1 explicitant les caractéristiques angulaires d'une roue de ventilateur suivant l'invention ;
- la figure 5 est une vue latérale suivant la flèche f1 de la figure d'une pale de ventilation ;
- 55 - la figure 6 est une vue identique à la figure 1 illustrant des variantes de réalisation ;

- les figures 7 et 8 sont identiques respectivement aux figures 1 et 2 et illustrent d'autres variantes de réalisation ;
- la figure 9 est une vue identique à la figure 5 mais suivant la flèche f2 de la figure 8.

La roue de ventilateur est obtenue à partir d'une bande de métal 10 représentée partiellement sur la figure 1 dont la forme (figurée en traits mixtes) est rectangulaire.

Suivant l'invention cette bande de métal 10 est partagée en 2n surfaces quadrangulaires, n étant le nombre de pales dont doit être équipée la roue de ventilateur.

Sur la bande de métal sont alternées des surfaces quadrangulaires 11 ayant des bords extérieurs 16,17, et des surfaces quadrangulaires 12, lesdites surfaces quadrangulaires 12 ayant de préférence une forme générale trapézoïdale.

Ces surfaces 12 possèdent chacune une ligne médiane 13 perpendiculaire aux bords extérieurs 14,15 qui sont parallèles entre eux.

Comme il sera explicité plus avant, ladite ligne médiane 13 constitue d'une manière générale la bissectrice de l'angle formé par les côtés latéraux de ladite surface 12.

Suivant l'invention, les surfaces trapézoïdales 12 sont pliées successivement ou simultanément suivant leurs lignes médianes 13 pour constituer les pales de ventilation 18 de la roue de ventilateur 19.

Les surfaces quadrangulaires 11 constituent des surfaces de liaison entre deux pales de ventilation 18 successives.

On réalise ainsi à partir d'une bande de métal 10, une roue de ventilateur 19 dont le contour présente la forme d'un polygone irrégulier de n côtés comme représenté à la figure 2.

Toutes les surfaces trapézoïdales 12 ayant été pliées, la jonction entre les deux extrémités de la bande de métal 10 s'effectue par tout moyen connu en soi tel que soudure ou rivetage.

On remarquera sur la figure 2, que les pales de ventilation 18 ainsi constituées ne sont ni radiales ni équidistantes, ce qui permet à la roue de ventilateur 19 d'avoir un rendement accru tout en réduisant, voir éliminer les phénomènes de bruit.

On appréciera que la grandeur des pales peut être augmentée puisqu'elle ne dépend que de la grandeur unitaire des surfaces trapézoïdales 12. De même, leur nombre n'est plus limité puisqu'il ne dépend que de la grandeur unitaire des surfaces quadrangulaires 11.

La figure 3 est une vue partielle de la roue de ventilateur 19 réalisée suivant l'invention.

Comme il a déjà été précisé, le contour extérieur 20 de ladite roue se présente sous la forme d'un polygone irrégulier dont les sommets S1,S2,S3... s'inscrivent dans un cercle 21 de cen-

tre O.

Les pales 18₁,18₂,18₃... présentent des inclinaisons variables α_1 , α_2 , α_3 ... par rapport aux rayons OS₁, OS₂, OS₃...

5 Les angles variables A,B correspondent aux écarts angulaires respectivement entre les sommets S1,S2 d'une part, S2, S3 d'autre part.

10 Si, dans les triangles isocèles O,S1,S2 et O,S2,S3 on applique la règle de calcul des angles on en déduit que les angles à la base a,b ont valeurs respectives $a = 90^\circ - A/2$ et $b = 90^\circ - B/2$.

15 Il en résulte que les angles C et D de la pale 18₂ et les côtés S1,S2 ; S2,S3 du polygone ont respectivement pour valeur

$$C = a - \alpha_2 = 90^\circ - A/2 - \alpha_2$$

$$D = b + \alpha_2 = 90^\circ - B/2 + \alpha_2$$

20 Considérons maintenant la figure 4 où il a été représentée une vue partielle de la bande de métal 10 avant pliage correspondant à la pale 18₂ de la figure 3.

25 Les côtés 22₂ du trapèze constitué par la surface 12₂ présentent par rapport aux bords 16 des angles C + D précédemment calculés.

30 Si E est l'angle que font entre eux les côtés 22₂ de la surface 12₂ l'application de la règle du calcul des angles dans le triangle T1,T2,T3 donne la relation suivante :

$$E = 180^\circ - (C + D)$$

$$E = 180^\circ - (90^\circ - A/2 - \alpha_2 + 90^\circ - B/2 + \alpha_2).$$

35 Après développement et réduction on obtient : $E = (A + B)/2$.

Il en résulte pour l'angle F une valeur

$$F = 90^\circ + (A + B)/4.$$

40 Si l'on désigne par G l'angle correspondant à l'inclinaison du bord extérieur 14 de la surface trapézoïdale 12₂ avec le bord extérieur 16 de la surface quadrangulaire 11 la valeur de l'angle G est

$$G = 180^\circ - (C + F)$$

50 En reprenant les valeurs de C et F précédemment calculées on obtient

$$G = 180^\circ - 90^\circ + A/2 + \alpha_2 - 90^\circ - (A + B)/4$$

$$G = (A-B)/4 + \alpha_2.$$

55 Si l'on veut pour la bande de métal 10 que les bords successifs 14,16 forment une droite il faut que $G = 0^\circ$ c'est-à-dire que

$$(B - A)/4 = \alpha_2 \text{ ce qui n'est possible qu'aux}$$

conditions $A = B$ et $\alpha_2 = 0^\circ$.

Les bords successifs 14,16 ne peuvent donc se présenter sous la forme d'une droite que si :

- les pales 18 sont équidistantes : $A = B$
- les pales 18 sont radiales : $\alpha_2 = 0^\circ$.

Ainsi qu'il a été précisé plus haut, on voit sur la figure 4 que la ligne médiane 13₂ constitue la bissectrice de l'angle E formé par les côtés 22₂ de la surface 12₂.

On se réfère maintenant en particulier à la figure 5 qui illustre une vue de profil d'une pale de ventilation 18 obtenue avec le procédé de fabrication suivant l'invention.

Cette pale de ventilation présente une face supérieure 23 faisant un angle P avec l'horizontale c'est-à-dire un angle P par rapport à la base 10 de la roue de ventilateur 10.

Ladite pale de ventilation 18 présente également un côté extérieur 24 faisant un angle R avec la verticale c'est-à-dire avec une perpendiculaire à la base 10 de la roue de ventilateur 19.

Il en résulte un dépassement du bord extérieur 24 de chaque ailette de ventilation 18 d'une valeur d (figure 2) par rapport au contour polygonal constitué par les bords 16 des surfaces quadrangulaires 11.

Bien que cette distance d soit très faible elle augmente l'encombrement diamétral global de la roue de ventilateur 19 ce qui peut, dans certains cas, être un inconvénient.

De manière à ce que le bord extérieur 24 de chaque pale de ventilateur 18 soit vertical par rapport à la base 10 et annuler ainsi l'angle R et donc le dépassement d , on ménage dans la bande de métal 10, avant toute opération de pliage des encoches en V 25 telles que celles représentées sur la figure 6.

Cette encoche en V 25 présente des côtés 26 symétriques par rapport à la ligne médiane 13 et qui sont perpendiculaires aux côtés 22 de la surface trapézoïdale 12 aux points d'intersections 27,28 desdits côtés 22 et du bord extérieur 14 de la surface trapézoïdale 12.

Par ailleurs, si l'on veut annuler sur une certaine longueur l'inclinaison P de la face supérieure 23 de chaque ailette de ventilation 18, de la figure 5, on ménage sur la bande de métal 10, avant toute opération de pliage, une encoche en V 30 (figure 6) qui est débouchante vis-à-vis du bord extérieur 15 de la surface trapézoïdale 12 et est symétrique par rapport à la ligne médiane 13.

Il va de soi que les encoches en V 25, 30 sont effectuées sur toutes les surfaces trapézoïdales de manière à ce que toutes les pales de ventilation soient identiques.

On constate, en particulier sur la figure 7, que si la bande de métal 10 s'inscrit dans un contour général rectangulaire de largeur L1, ses bords ex-

térieurs se présentent sous la forme de lignes brisées.

Si de telles lignes brisées permettent de construire une roue de ventilateur idéale, elles restent une difficulté pour une réalisation industrielle et économique d'une telle roue de ventilateur.

De manière à remédier à cet inconvénient la bande de métal 10 est découpée droite suivant des largeurs L1,L2,L3 telles que représentées sur la figure 7.

La figure 8 représente schématiquement une roue de ventilateur 19 obtenue avec une découpe droite de la bande de métal 10. On constate en particulier que les contours extérieurs et intérieurs du polygone formés par les bords 16,17 des surfaces quadrangulaires 11 présentent des décrochements au droit des pales de ventilation 18.

Dans cette configuration, ainsi qu'il est représenté figure 9, les faces 31,32 des pales de ventilation 18 ne se recouvrent plus totalement.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une roue de ventilateur (19), notamment pour machines électriques tournantes, ladite roue de ventilateur (19) devant comporter n pales de ventilation (18), comprenant les opérations suivantes :
 - on constitue une bande de métal (10) de forme allongée
 - on partage ladite bande de métal (10) en $2n$ surfaces (11,12) de forme générale quadrangulaire
 - on plie successivement ou simultanément une surface quadrangulaire (12) sur deux par rapport à leur ligne médiane (13) constituée par la bissectrice de l'angle (E) formé par les côtés (22) de ladite surface quadrangulaire (12), de façon que, après pliage, la roue de ventilateur (19) présente un contour (20) sous la forme d'un polygone ayant des sommets (S1,S2,S3...) s'inscrivant dans un cercle (21) de centre (O), les pales de ventilation (18) présentant une inclinaison variable ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3...$) par rapport aux rayons (OS1,OS2,OS3...).
2. Procédé de fabrication suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les sommets (S1,S2,S3...) et donc les pales de ventilation (18) présentent un écart angulaire variable (A,B...).
3. Procédé de fabrication suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, avant toute opération de pliage des surfaces (12) on ménage par découpage

dans chacune d'elles une encoche en V (25) présentant des côtés (26) perpendiculaires par rapport aux côtés (22) de la surface (12) aux points d'intersection (27,28) desdits côtés (22) avec le bord extérieur (14).

4. Procédé de fabrication suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, avant toute opération de pliage des surfaces (12) on ménage par découpage dans chacune d'elles une encoche en V (30) symétrique par rapport à la ligne médiane (13) et débouchante vis-à-vis du bord (15).

5. Procédé de fabrication suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, avant tout pliage, on procède à une découpe droite de la bande de métal (10).

6. Procédé de fabrication suivant la revendication 5, caractérisé en ce que, après pliage, les contours extérieur et intérieur du polygone formés par les bords (16,17) des surfaces quadrangulaires (11) présentent des décrochements au droit des pales de ventilation (18).

7. Procédé de fabrication suivant la revendication 5, caractérisé en ce que les pales de ventilation (18) présentent des faces (31,32) se recouvrant de manière partielle.

8. Roue de ventilateur (19) comportant n pales de ventilation (18), caractérisée en ce que ladite roue de ventilateur (19) est obtenue par le procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7.

Claims

1. A method of manufacture for a fan rotor (19), in particular for rotating electrical machines, in which the said fan rotor (19) is to have n fan blades (18), comprising the following operations:

- an elongated metal strip (10) is formed
- the said metal strip (10) is formed with $2n$ surface portions (11, 12) of generally quadrilateral shape
- successively or simultaneously, quadrilateral surface portions (12) are bent on themselves about their median line (13) constituted by the bisecting line of the angle (E) formed by the sides (22) of the said quadrilateral surface portion (12), in such a way that, after being bent, the fan rotor (19) has a profile (20) in the form of a polygon having apex points (S1, S2, S3 ...) located on a circle (21) with a centre

(O), the fan blades (18) having a variable inclination ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots$) with respect to the radii (OS1, OS2, OS3 ...).

5 2. A method of manufacture according to Claim 1, characterised in that the apex points (S1, S2, S3 ...), and therefore the fan blades (18), have a variable angular spacing (A, B ...).

10 3. A method of manufacture according to any one of the preceding Claims, characterised in that, prior to any operation of bending the surface portions (12), each of them is formed, by pressing, with a V-shaped notch (25) having sides (26) which are at right angles to the sides (22) of the surface portion (12) at the points of intersection (27, 28) of the said sides (22) with the outer edge (14).

20 4. A method of manufacture according to any one of the preceding Claims, characterised in that, prior to any operation of bending the surface portions (12), each of them is formed, by pressing, with a V-shaped notch (30) which is symmetrical with respect to the median line (13) and which is open at the edge (15).

30 5. A method of manufacture according to any one of the preceding Claims, characterised in that, prior to any bending operation, the metal strip (10) is formed by a straight pressing operation.

35 6. A method of manufacture according to Claim 5, characterised in that, after the bending operation, the outer and inner profiles of the polygons, which are defined by the edges (16, 17) of the quadrilateral surface portions (11) define notches in line with the fan blades (18).

40 7. A method of manufacture according to Claim 5, characterised in that the fan blades (18) have faces (31, 32) partially overlying each other.

45 8. A fan rotor (19) having n fan blades (18), characterised in that the said fan rotor (19) is made by the method in accordance with any one of Claims 1 to 7.

50 Patentansprüche

55 1. Herstellungsverfahren eines Lüfterrades (19), insbesondere für rotierende elektrische Maschinen, wobei dieses Lüfterrad n Lüfterflügel (18) umfassen soll, bestehend aus den folgenden Arbeitsgängen:

- es wird ein Metallband (10) mit länglicher Form gebildet;

- das besagte Metallband (10) wird in $2n$ Flächen (11, 12) mit allgemein viereckiger Form geteilt;
 - nacheinander oder gleichzeitig wird jede zweite viereckige Fläche (12) im Verhältnis zu ihrer Mittellinie (13), die durch die Winkelhalbierende des aus den beiden Seiten (22) der besagten viereckigen Fläche (12) bestehenden Winkels (E) gebildet wird, so gebogen, daß das Lüfterrad (19) nach dem Biegen einen Umriß (20) in Form eines Vielecks mit Scheiteln (S1, S2, S3 ...) aufweist, die in einen Kreis (21) mit dem Mittelpunkt (O) eingeschrieben sind, wobei die Lüfterflügel (18) eine veränderliche Neigung ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots$) im Verhältnis zu den Radien (OS1, OS2, OS3 ...) aufweisen.
2. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Scheitel (S1, S2, S3 ...) und folglich die Lüfterflügel (18) einen veränderlichen Winkelabstand (A, B ...) aufweisen.
3. Herstellungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor jedem Vorgang zum Biegen der Flächen (12) durch Einschneiden jeder dieser Flächen ein V-förmiger Einschnitt (25) angebracht wird, der Seiten (26) aufweist, die senkrecht zu den Seiten (22) der Fläche (12) in den Schnittpunkten (27, 28) der besagten Seiten (22) mit der Außenkante (14) verlaufen.
4. Herstellungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor jedem Vorgang zum Biegen der Flächen (12) durch Einschneiden jeder dieser Flächen ein V-förmiger Einschnitt (30) angebracht wird, der symmetrisch im Verhältnis zur Mittellinie (13) angeordnet ist und gegenüber der Kante (15) mündet.
5. Herstellungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor jedem Biegevorgang ein gerades Schneiden des Metallbands (10) erfolgt.
6. Herstellungsverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach dem Biegen die Außen- und Innenumrisse des Vielecks, die durch die Kanten (16, 17) der viereckigen Flächen (11) gebildet werden, Absätze in Höhe der Lüfterflügel (18) aufweisen.
7. Herstellungsverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lüfterflügel (18) Flächen (31, 32) aufweisen, die sich teilweise überdecken.
8. Lüfterrad (19) mit n Lüfterflügeln (18), **dadurch gekennzeichnet**, daß das besagte Lüfterrad (19) durch das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 hergestellt wird.

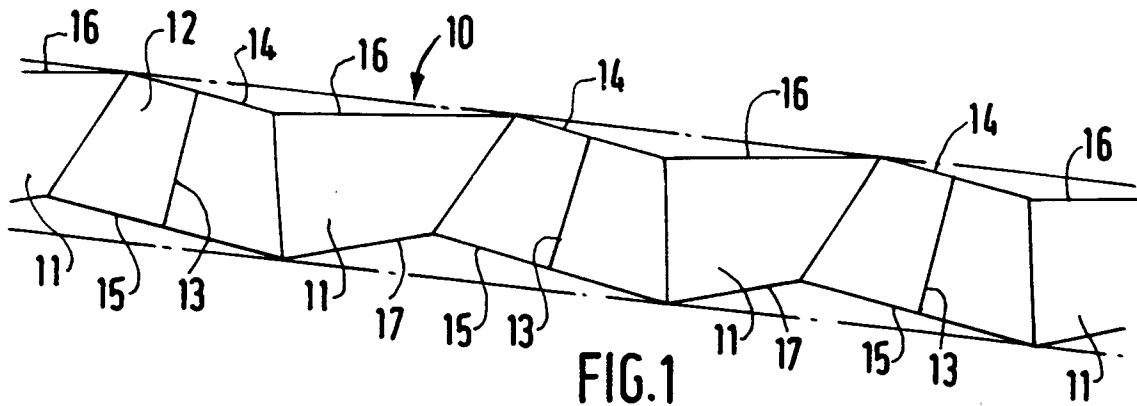


FIG. 1

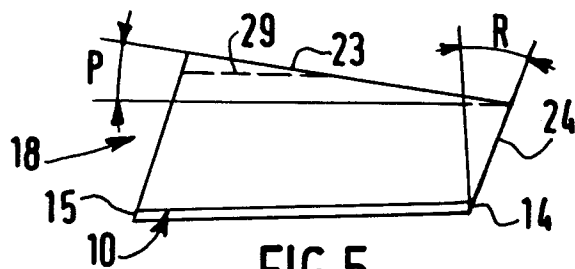


FIG. 5

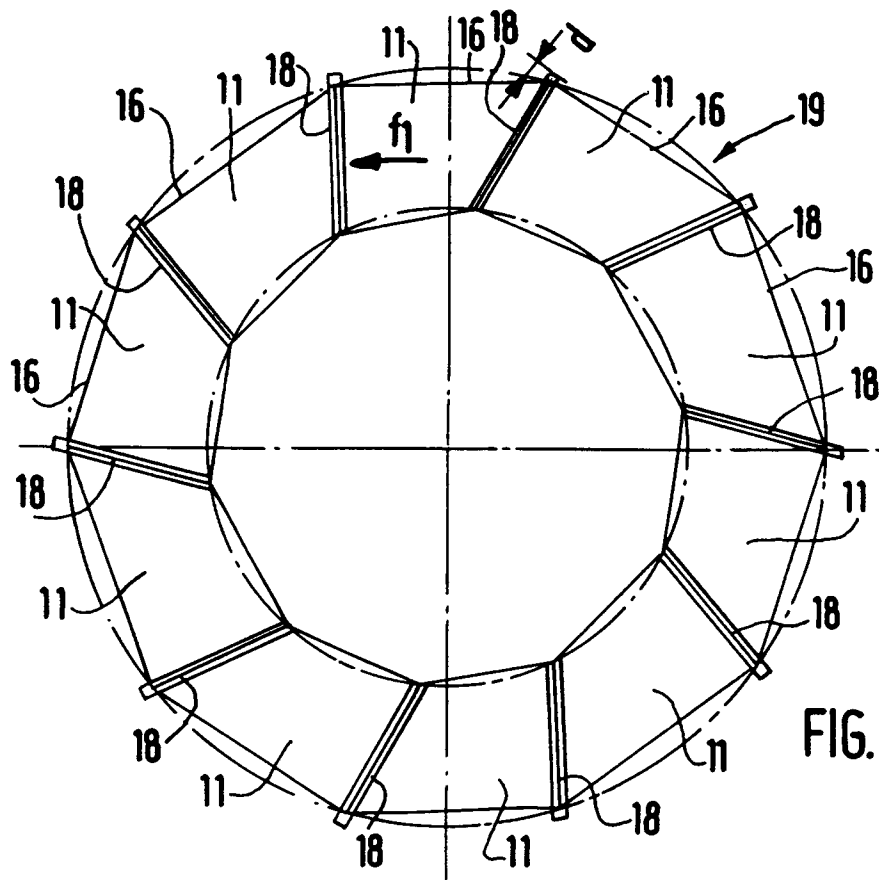


FIG. 2

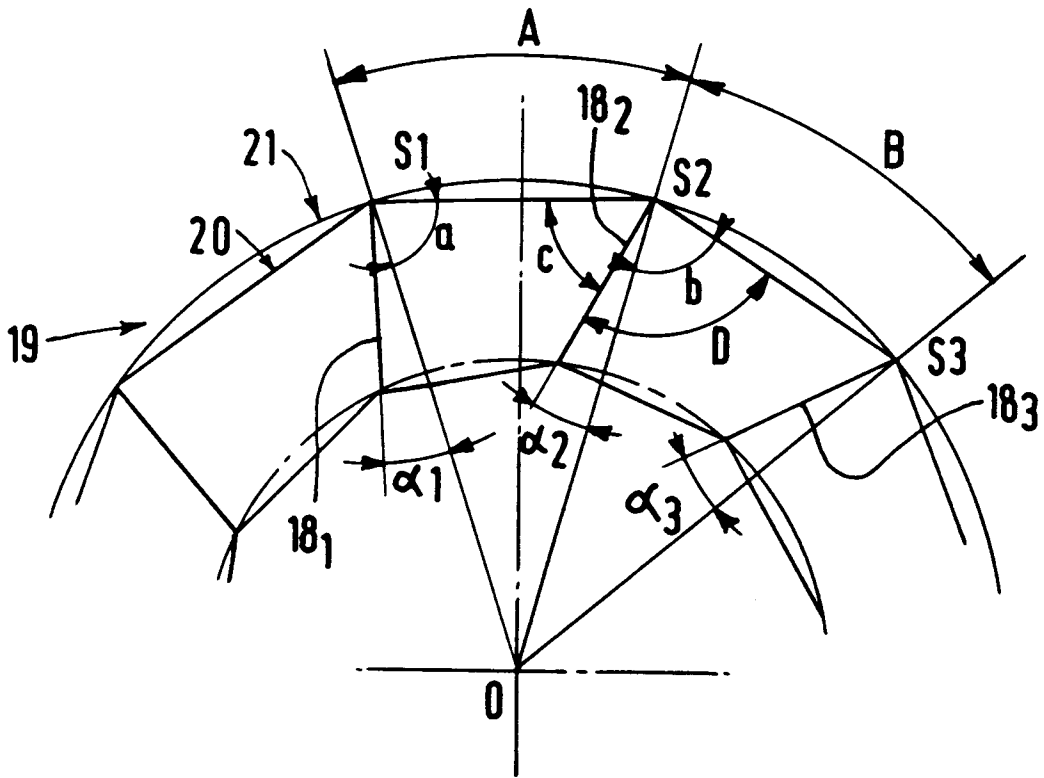


FIG. 3

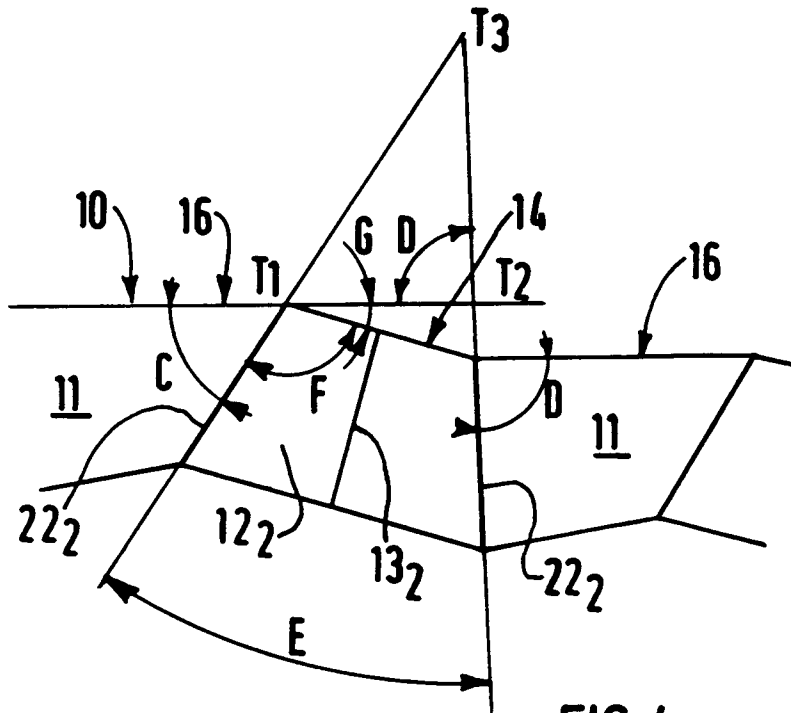


FIG. 4

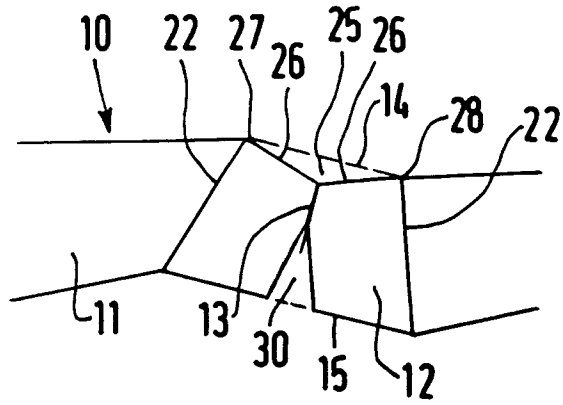


FIG. 6

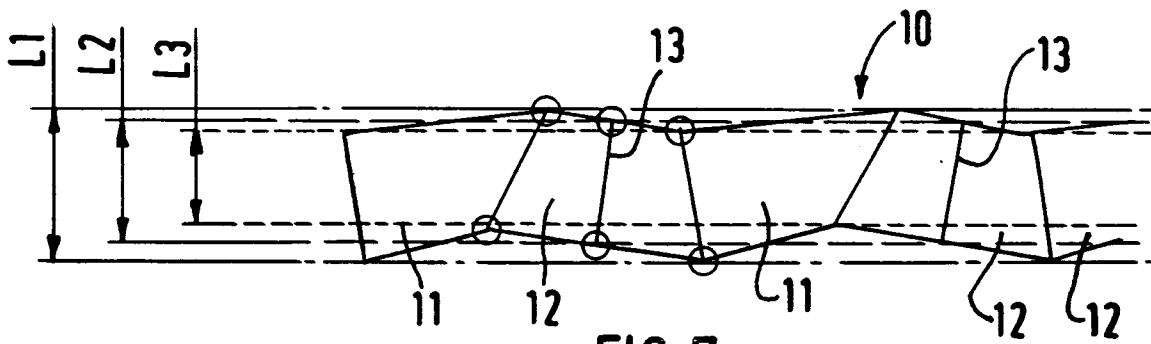


FIG. 7

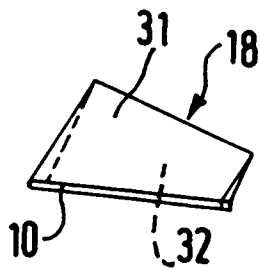


FIG. 9

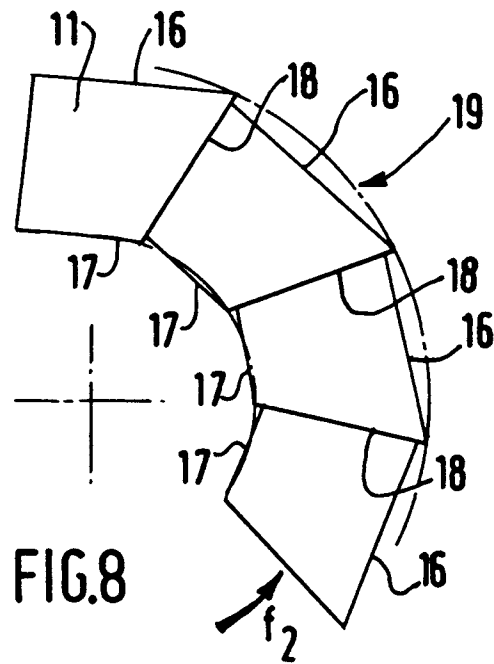


FIG. 8