



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2007/09/21

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2008/03/26

(30) Priorité/Priority: 2006/09/26 (FR0653937)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F01D 5/28* (2006.01)

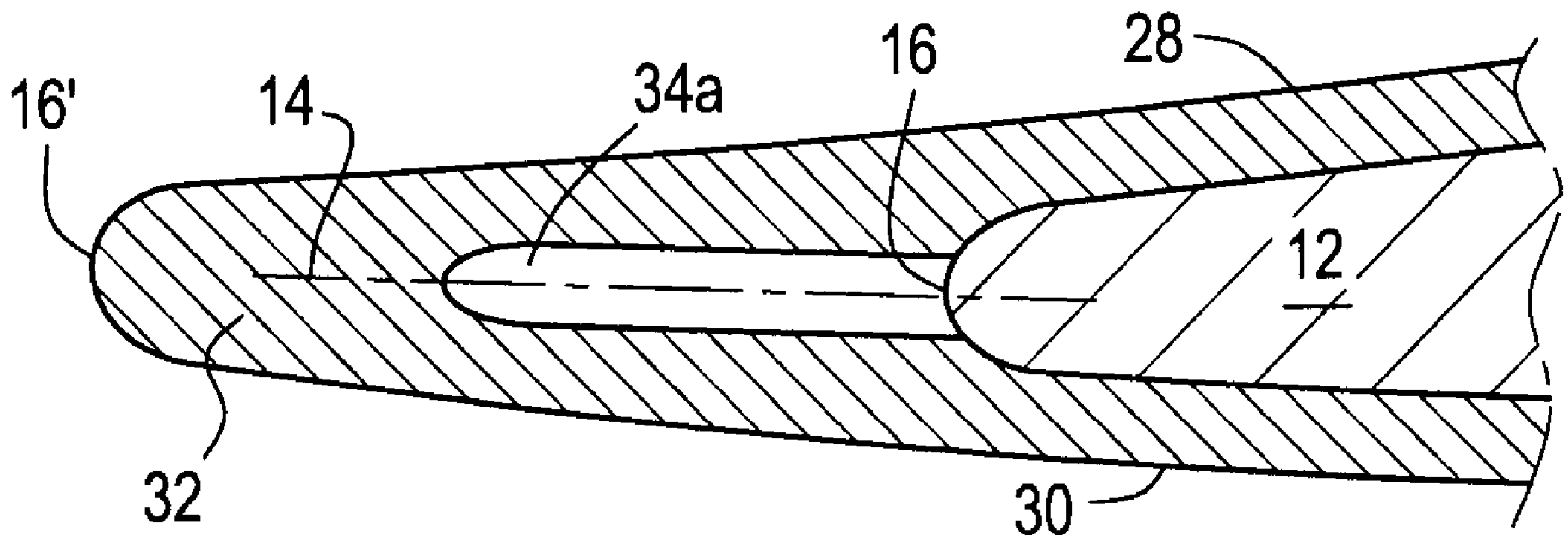
(71) Demandeur/Applicant:  
SNECMA, FR

(72) Inventeurs/Inventors:  
GIUSTI, STEPHANE, FR;  
JACQ, CHRISTOPHE, FR;  
LOMBARD, JEAN-PIERRE, FR;  
SUFFIS, ARNAUD, FR

(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : AUBE COMPOSITE DE TURBOMACHINE A RENFORT METALLIQUE

(54) Title: COMPOSITE TURBINE ENGINE BLADE WITH METAL REINFORCEMENT



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne une aube de turbomachine comportant une surface aérodynamique (12) réalisée en un matériau composite qui s'étend selon une première direction (14) entre un bord d'attaque (16) et un bord de fuite et selon une deuxième direction entre un pied et un sommet de l'aube. L'aube comporte un renfort métallique plein (32) qui est collé au bord d'attaque (16) de la surface aérodynamique de l'aube, qui s'étend selon la première direction (14) au-delà du bord d'attaque de la surface aérodynamique et selon la deuxième direction entre le pied et le sommet, et qui comporte au moins un évidement (34a) destiné à absorber une partie au moins de l'énergie résultant de l'impact d'un corps étranger sur le bord d'attaque de l'aube.

## ABREGE

L'invention concerne une aube de turbomachine comportant une surface aérodynamique (12) réalisée en un matériau composite qui s'étend selon une première direction (14) entre un bord d'attaque (16) et un bord de fuite et selon une deuxième direction entre un pied et un sommet de l'aube. L'aube comporte un renfort métallique plein (32) qui est collé au bord d'attaque (16) de la surface aérodynamique de l'aube, qui s'étend selon la première direction (14) au-delà du bord d'attaque de la surface aérodynamique et selon la deuxième direction entre le pied et le sommet, et qui comporte au moins un évidement (34a) destiné à absorber une partie au moins de l'énergie résultant de l'impact d'un corps étranger sur le bord d'attaque de l'aube.

Figure 3

## **Aube composite de turbomachine à renfort métallique**

### Arrière-plan de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine général des aubes de turbomachine. Elle vise plus particulièrement une aube de soufflante de turbomachine réalisée en matériau composite et dont le bord d'attaque est équipé d'un renfort structurel métallique.

Il est connu d'équiper les aubes de soufflante d'une turbomachine qui sont réalisées en matériau composite d'un renfort structurel métallique s'étendant sur toute la hauteur de l'aube et au-delà de leur bord d'attaque. Un tel renfort permet de protéger l'aubage composite lors de l'impact sur la soufflante d'un corps étranger tel qu'un oiseau ingéré par la turbomachine par exemple.

En particulier, le renfort métallique protège le bord d'attaque de l'aube en matériau composite en évitant une délamination dans le cas d'une aube drapée et un endommagement par décohésion fibre/matrice ou par rupture de fibre dans le cas d'une aube tissée.

Toutefois, la présence d'un renfort structurel métallique couvrant le bord d'attaque de l'aube n'est pas toujours efficace pour protéger l'aubage composite lors de l'impact d'un corps étranger.

### Objet et résumé de l'invention

La présente invention a donc pour but principal de pallier un tel inconvénient en proposant une aube composite capable de résister à l'impact d'un corps étranger sans entraîner de dégradation de l'aubage composite.

Ce but est atteint grâce à une aube de turbomachine, comportant une surface aérodynamique s'étendant selon une première direction entre un bord d'attaque et un bord de fuite et selon une deuxième direction sensiblement perpendiculaire à la première entre un pied et un sommet de l'aube, ladite surface aérodynamique étant réalisée en un matériau composite, et dans laquelle, conformément à l'invention, l'aube comporte un renfort métallique plein collé au bord d'attaque de la surface aérodynamique de l'aube, s'étendant selon la première direction au-delà du bord d'attaque de la surface aérodynamique de l'aube et selon la deuxième direction entre le pied et le sommet de l'aube, et comportant



au moins un évidement destiné à absorber une partie au moins de l'énergie résultant de l'impact d'un corps étranger sur le bord d'attaque de l'aube.

5 La présence d'au moins un évidement dans le renfort métallique plein permet à ce dernier d'absorber une part de l'énergie issue de l'impact d'un corps étranger sur l'aube. La dissipation de cette énergie d'impact est obtenue par déformation plastique du renfort métallique. De la sorte, l'impact d'un corps étranger sur l'aube n'entraîne pas de dégradation importante de l'aubage composite.

10 Selon un mode de réalisation de l'invention, l'évidement s'étend sensiblement selon la première direction. Dans ce cas, l'évidement peut être débouchant au niveau du bord d'attaque de la surface aérodynamique de l'aube et/ou au niveau du bord d'attaque du renfort métallique.

15 Selon un autre mode de réalisation, l'évidement s'étend sensiblement selon la deuxième direction. Dans ce cas, l'évidement peut être débouchant au niveau du pied de l'aube et/ou au niveau du sommet de l'aube.

20 Selon encore un autre mode de réalisation, l'évidement s'étend sensiblement selon une troisième direction perpendiculaire à la première et à la deuxième direction. Dans ce cas, l'évidement peut être débouchant au niveau de l'intrados de l'aube et/ou de l'extrados de l'aube.

25 Le renfort métallique plein peut être réalisé à base de titane. Quant à l'aube, elle peut constituer une aube de soufflante de turbomachine.

L'invention concerne également une turbomachine comportant au moins une aube telle que définie précédemment.

#### Brève description des dessins

30 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

35 - la figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'une aube selon l'invention ;

- les figures 2 et 3 sont des vues partielles et en coupe de la figure respectivement selon II-II et III-III ;
- les figure 4A et 4B sont des vues partielles et en coupe transversale d'une variante de réalisation de l'aube de la figure 1 ;
- 5       - les figures 5A et 5B sont des vues partielles et en coupe transversale d'une aube selon un autre mode de réalisation de l'invention ;  
et
- les figures 6A et 6B sont des vues partielles et en coupe transversale d'une aube selon encore un autre mode de réalisation de  
10 l'invention.

#### Description détaillée de modes de réalisation

Les figures 1 à 3 représentent une aube 10 de turbomachine selon un mode de réalisation de l'invention. Cette aube est par exemple  
15 une aube mobile de soufflante d'une turbomachine.

L'aube présente une surface aérodynamique 12 s'étendant selon une première direction axiale 14 entre un bord d'attaque 16 et un bord de fuite 18 et selon une deuxième direction radiale 20 sensiblement perpendiculaire à la première direction 14 entre un pied 22 et un sommet  
20 24. Comme représenté à la figure 2 qui représente partiellement l'aube selon une coupe transversale, l'aube s'étend également selon une troisième direction tangentielle 26 perpendiculaire à la première et à la deuxième directions entre l'intrados 28 et l'extrados 30. L'intrados et l'extrados de l'aube forment les faces latérales de l'aube qui relie le bord  
25 d'attaque 16 au bord de fuite 18 de l'aube.

L'aube, et plus particulièrement sa surface aérodynamique 12 ainsi définie, est obtenue par drapage ou tissage d'un matériau composite. A titre d'exemple, ce matériau composite peut être un assemblage de fibres de carbone tissées et moulées par un procédé d'injection sous vide  
30 RTM (pour « Resin Transfer Molding »).

La surface aérodynamique 12 de l'aube selon l'invention comporte un renfort structurel métallique 32 qui est collé à son bord d'attaque 16 et qui s'étend à la fois selon la première direction 14 au-delà du bord d'attaque 16 de la surface aérodynamique de l'aube et selon la  
35 deuxième direction 20 entre le pied 22 et le sommet 24 de l'aube.



Comme représenté aux figures 2 et 3, le renfort structurel 32 épouse la forme du bord d'attaque 16 de la surface aérodynamique qu'il prolonge pour former un bord d'attaque 16' appelé ci-après bord d'attaque du renfort. A titre d'exemple, la distance séparant les bords d'attaque 16 et 16' mesurée selon la première direction 14 peut être de l'ordre de 3 à 4 cm pour une aube dont la distance bord d'attaque 16 / bord de fuite 18 atteint 50 cm (ce qui représente 6 à 8% de cette distance).

En outre, le renfort structurel 32 s'étend selon la première direction 14 au-delà du bord d'attaque 16 de la surface aérodynamique pour épouser le profil de l'intrados 28 et de l'extrados 30 de l'aube.

Le renfort structurel 32 selon l'invention est plein (ou monobloc), c'est-à-dire qu'aussi bien en coupe transversale qu'en coupe longitudinale, le renfort est rempli de matière. Par exemple, comme représenté à la figure 2, il n'y a pas, en coupe transversale, de discontinuité entre les bords d'attaque 16 et 16'.

Le renfort structurel 32 de l'aube est métallique et est réalisé de préférence à base de titane. Ce matériau présente en effet une grande capacité d'absorption de l'énergie due aux chocs. Le renfort est collé sur l'aube, la colle utilisée pouvant par exemple être une colle cyanolique ou époxy.

Toujours selon l'invention, le renfort métallique 32 de l'aube comporte au moins un évidement destiné à absorber une partie au moins de l'énergie résultant de l'impact d'un corps étranger sur le bord d'attaque de l'aube.

Le nombre, la forme, l'emplacement et l'orientation du ou des évidements du renfort métallique de l'aube peuvent varier en fonction de l'application. Ces paramètres sont déterminés et optimisés en fonction du cas d'impact le plus critique qui peut être rencontré.

On décrira maintenant différentes géométries préférentielles d'évidements du renfort métallique de l'aube selon l'invention.

Dans le mode de réalisation des figures 3, 4A et 4B, l'évidement du renfort 32 se présente sous la forme d'une cavité creuse 34a s'étendant selon la première direction 14 de l'aube.

Plus précisément, dans la variante de réalisation de la figure 3, l'évidement est une cavité creuse 34a qui débouche au niveau du bord d'attaque 16 de la surface aérodynamique 12 de l'aube.

Dans la variante de la figure 4A, l'évidement est une cavité creuse 34a qui débouche au niveau du bord d'attaque 16' du renfort métallique 32.

5 Quant à l'évidement 34a de la figure 4B, il débouche à la fois au niveau du bord d'attaque 16 de la surface aérodynamique 12 et au niveau du bord d'attaque 16' du renfort métallique 32.

Dans le mode de réalisation des figures 5A et 5B, l'évidement du renfort 32 se présente sous la forme d'une cavité creuse 34b s'étendant selon la deuxième direction 20 de l'aube.

10 Cette cavité creuse 34b peut déboucher au niveau du pied 22 et/ou au niveau du sommet 24 de l'aube. Dans le cas d'une cavité creuse débouchant à la fois au niveau du pied et du sommet de l'aube, un flux d'air peut cheminer au travers de l'aube, ce qui contribue à améliorer les performances aérodynamiques de la turbomachine.

15 En outre, comme représenté à la figure 5A, l'évidement du renfort métallique peut être formé par une seule cavité creuse 34b à section sensiblement circulaire. Alternativement, comme représenté à la figure 5B, l'évidement peut être réalisé par plusieurs cavités (au nombre de trois dans cet exemple de réalisation).

20 Bien entendu toute autre forme de section est possible (ovale, polygonale, etc.). Par ailleurs, les dimensions de la ou des cavités peuvent varier sur toute la hauteur de l'aube pour s'adapter au couple masse de l'objet étranger impactant l'aube / hauteur de l'aube.

Dans le mode de réalisation des figures 6A et 6B, les  
25 évidements du renfort 32 se présentent sous la forme de cavités creuses 34c s'étendant selon la troisième direction 26 de l'aube.

Plus précisément, dans la variante de réalisation de la figure 6A, il est prévu deux évidements formés chacun d'une cavité creuse 34c qui débouche à la fois au niveau de l'intrados 28 de l'aube et au niveau de  
30 l'extrados 30 de l'aube. Ainsi, les évidements permettent de véhiculer un flux d'air entre l'intrados et l'extrados ce qui contribue à améliorer les performances aérodynamiques de la turbomachine.

Dans la variante de réalisation de la figure 6B, il est prévu deux évidements formés chacun d'une cavité creuse 34c qui débouche  
35 uniquement au niveau de l'extrados 30 de l'aube.

Dans les modes de réalisation des figures 3, 4A, 4B, 5A, 5B, 6A et 6B, les évidements sont réalisés sous la forme de cavités 34a à 34c qui sont creuses. Il est toutefois possible d'imaginer que ces cavités soient remplies d'un matériau non structural (c'est-à-dire n'ayant aucune raideur) de manière à reformer la surface du profil. A titre d'exemple, un tel matériau non structural peut être de type polymère, caoutchouc ou silicone.



## REVENDICATIONS

1. Aube (10) de turbomachine, comportant une surface  
aérodynamique (12) s'étendant selon une première direction (14) entre un  
5 bord d'attaque (16) et un bord de fuite (18) et selon une deuxième  
direction (20) sensiblement perpendiculaire à la première entre un pied  
(22) et un sommet (24) de l'aube, ladite surface aérodynamique (12)  
étant réalisée en un matériau composite, caractérisée en ce que l'aube  
comporte un renfort métallique plein (32) collé au bord d'attaque (16) de  
10 la surface aérodynamique de l'aube, s'étendant selon la première direction  
(14) au-delà du bord d'attaque de la surface aérodynamique de l'aube et  
selon la deuxième direction (20) entre le pied et le sommet de l'aube, et  
comportant au moins un évidement (34a, 34b, 34c) destiné à absorber  
une partie au moins de l'énergie résultant de l'impact d'un corps étranger  
15 sur le bord d'attaque de l'aube.

2. Aube selon la revendication 1, dans laquelle l'évidement (34a)  
s'étend sensiblement selon la première direction (14).

20 3. Aube selon la revendication 2, dans laquelle l'évidement (34a)  
est débouchant au niveau du bord d'attaque (16) de la surface  
aérodynamique (12) de l'aube et/ou au niveau du bord d'attaque (16') du  
renfort métallique plein (32).

25 4. Aube selon la revendication 1, dans laquelle l'évidement  
(34b) s'étend sensiblement selon la deuxième direction (20).

5. Aube selon la revendication 4, dans laquelle l'évidement  
(34b) est débouchant au niveau du pied (22) de l'aube et/ou au niveau du  
30 sommet (24) de l'aube.

6. Aube selon la revendication 1, dans laquelle l'évidement (34c)  
s'étend sensiblement selon une troisième direction (26) perpendiculaire à  
la première direction (14) et à la deuxième direction (20).

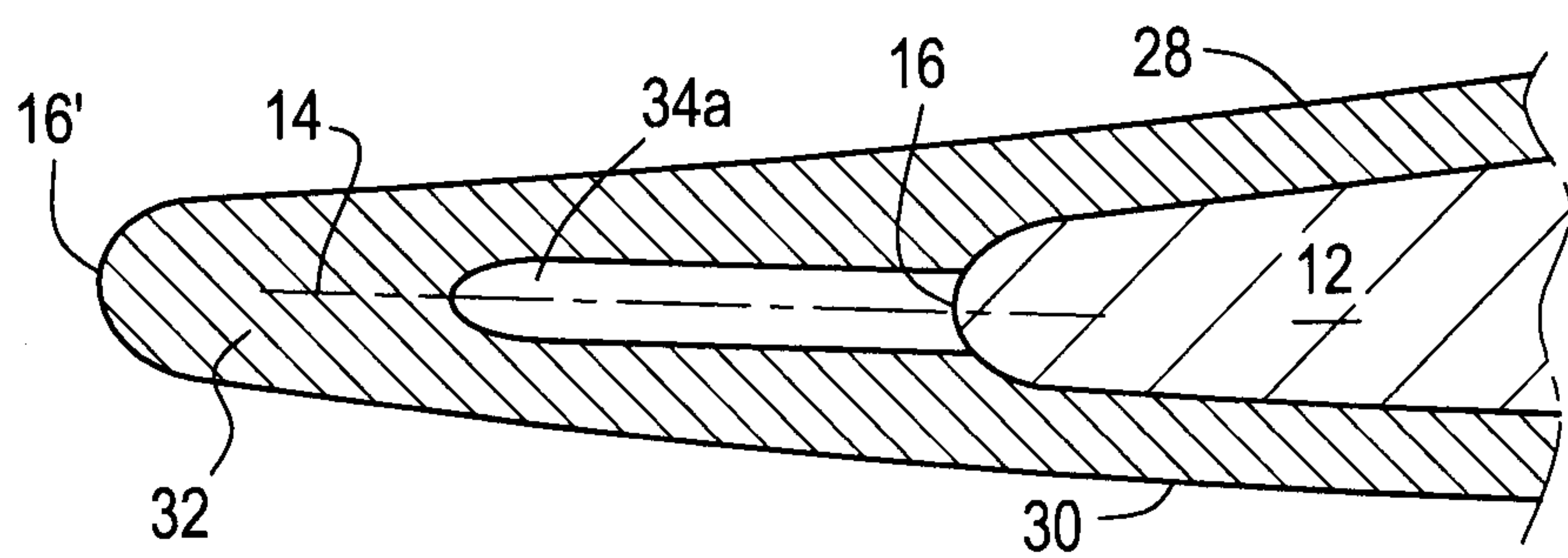
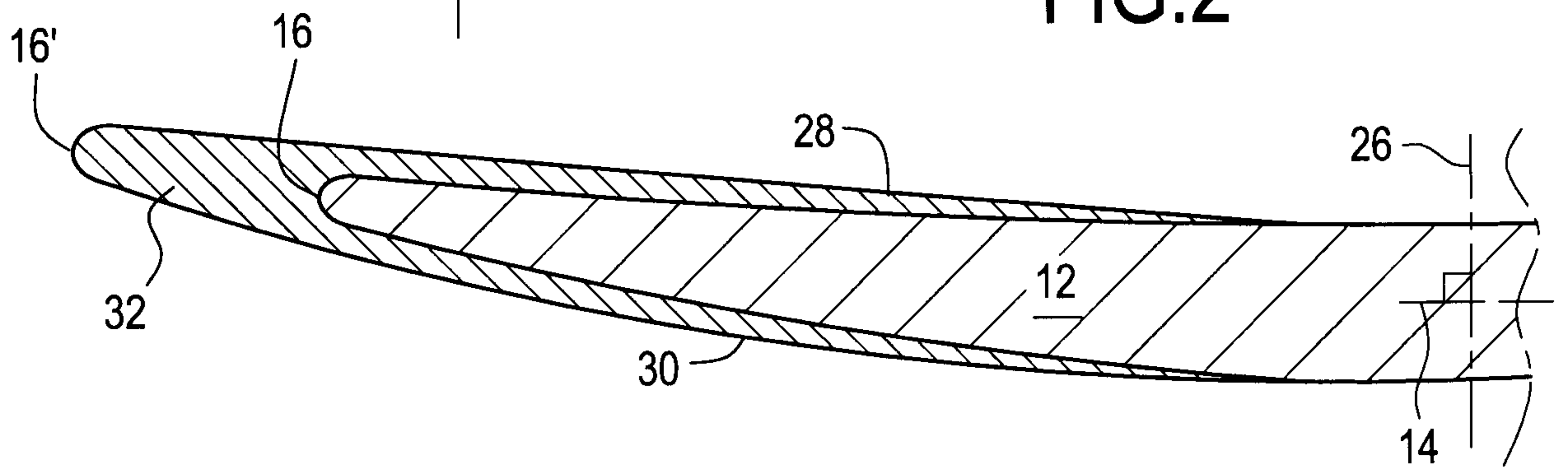
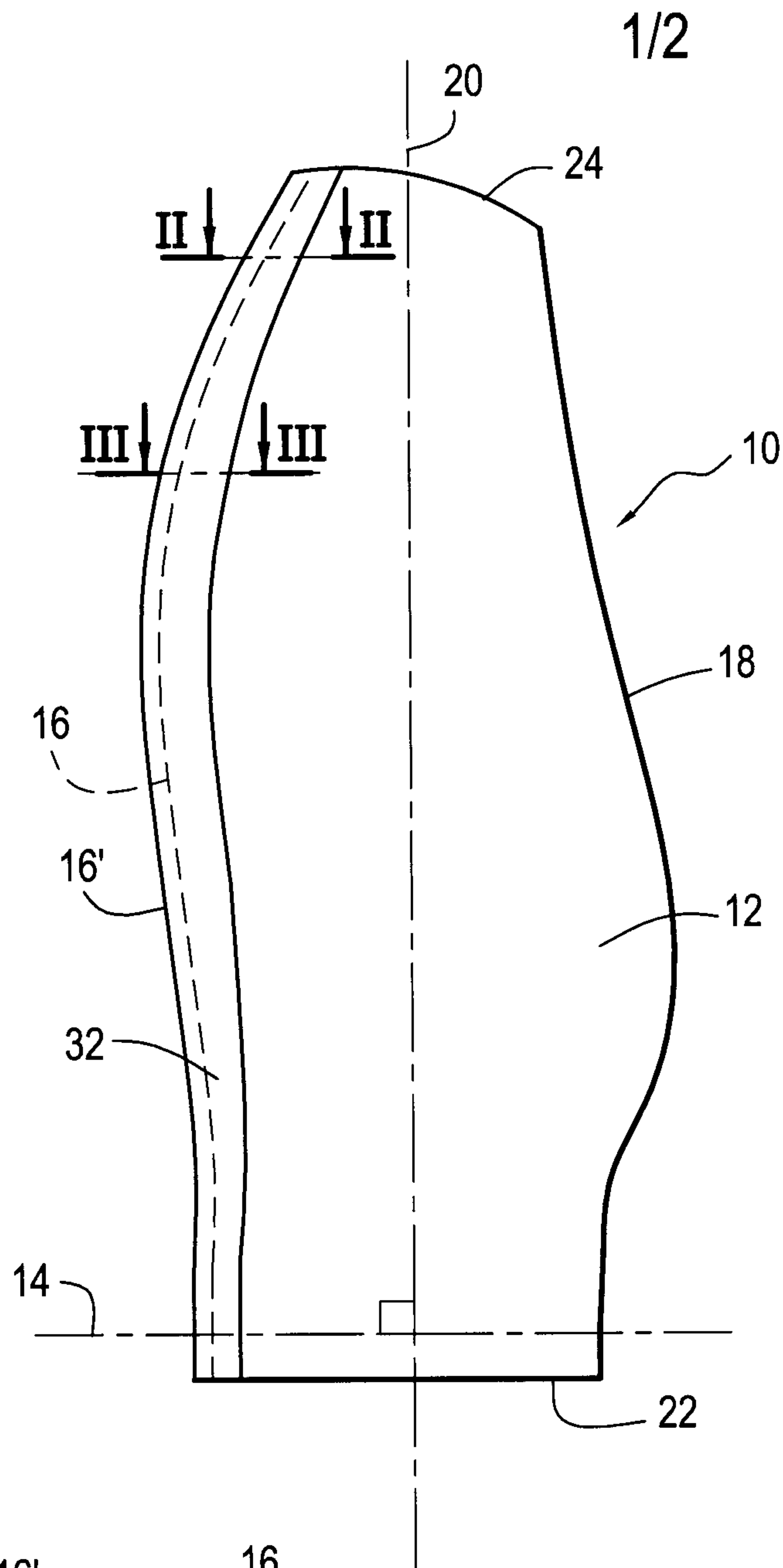
7. Aube selon la revendication 6, dans laquelle l'évidement (34c) est débouchant au niveau de l'intrados (28) de l'aube et/ou de l'extrados (30) de l'aube.

5            8. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle le renfort métallique plein (32) est réalisé à base de titane.

9. Aube selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, constituant une aube de soufflante de turbomachine.

10

10. Turbomachine comportant au moins une aube (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.





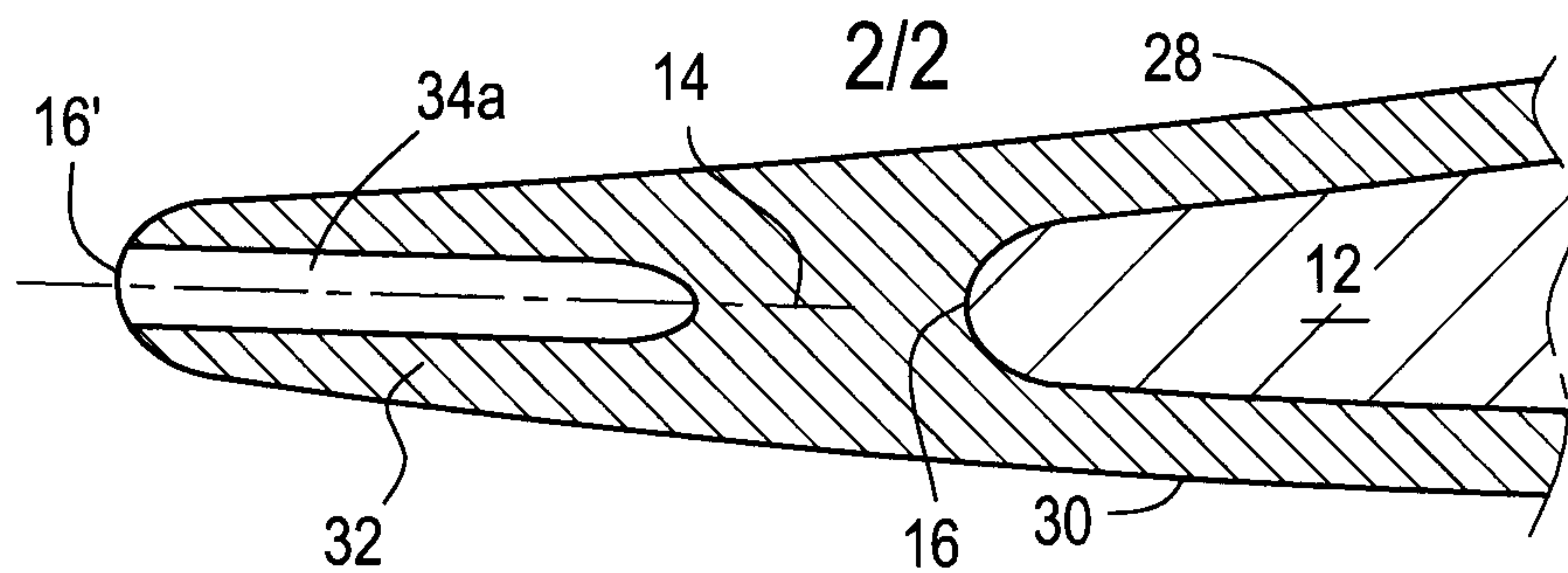


FIG. 4A

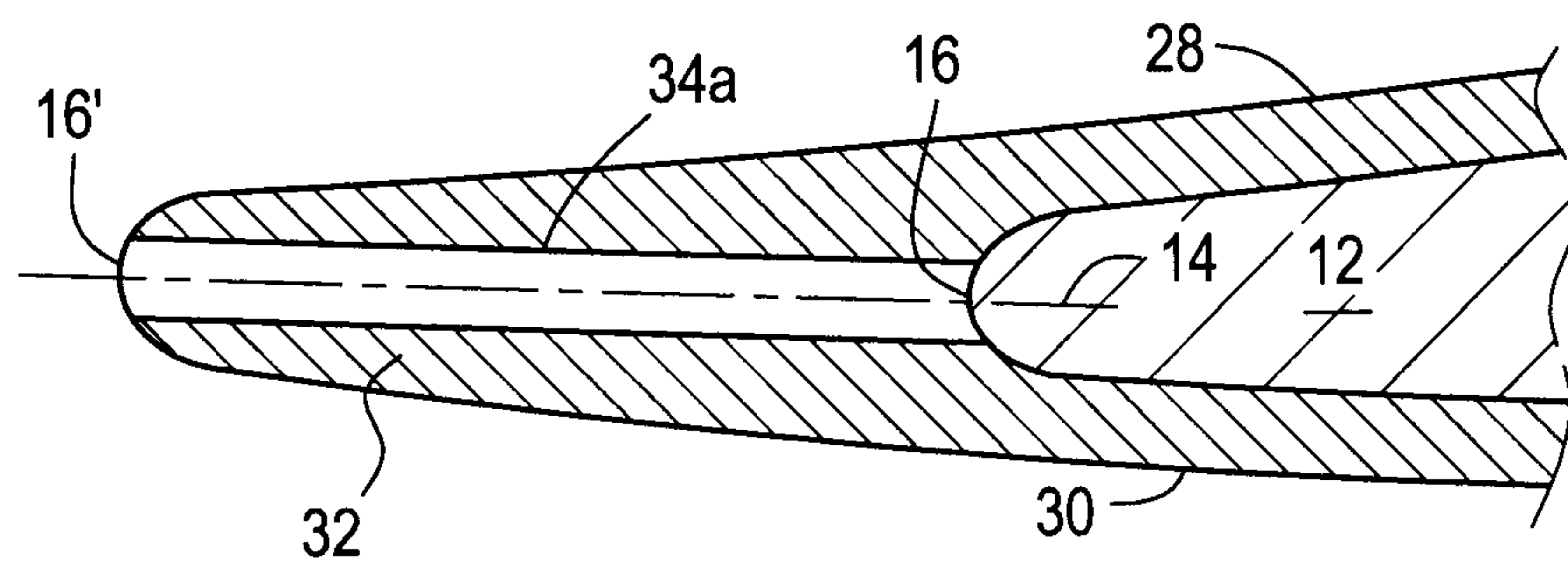


FIG. 4B

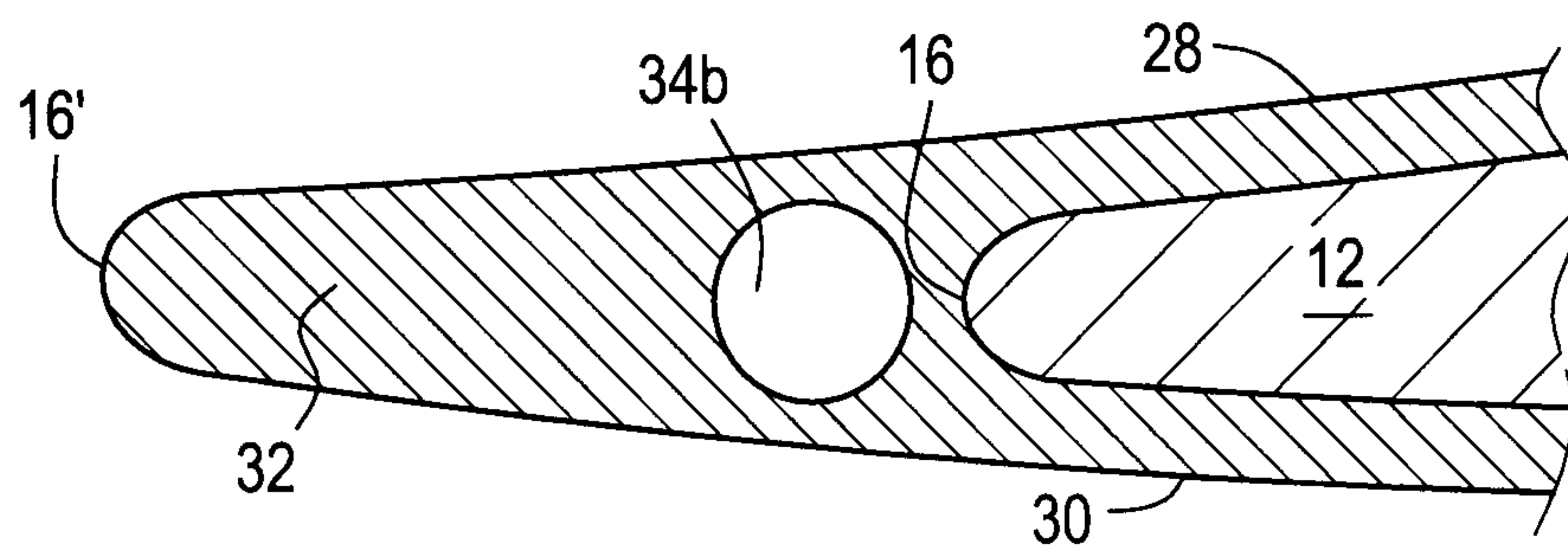


FIG. 5A

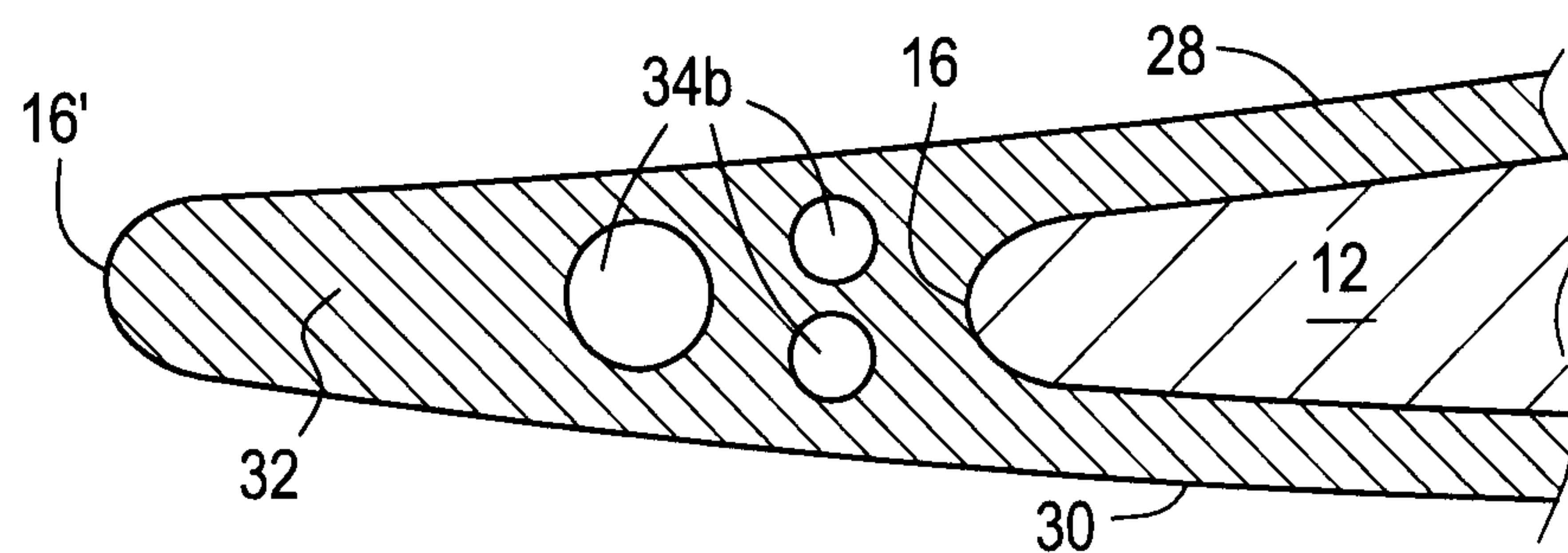


FIG. 5B

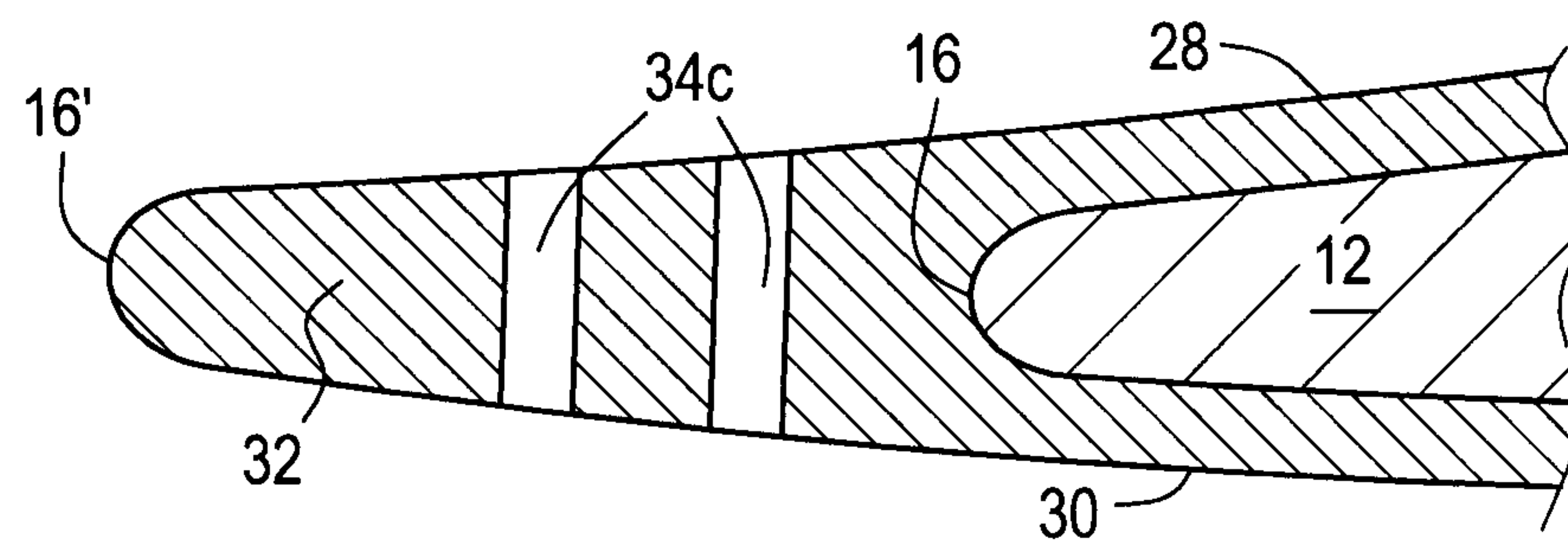


FIG. 6A

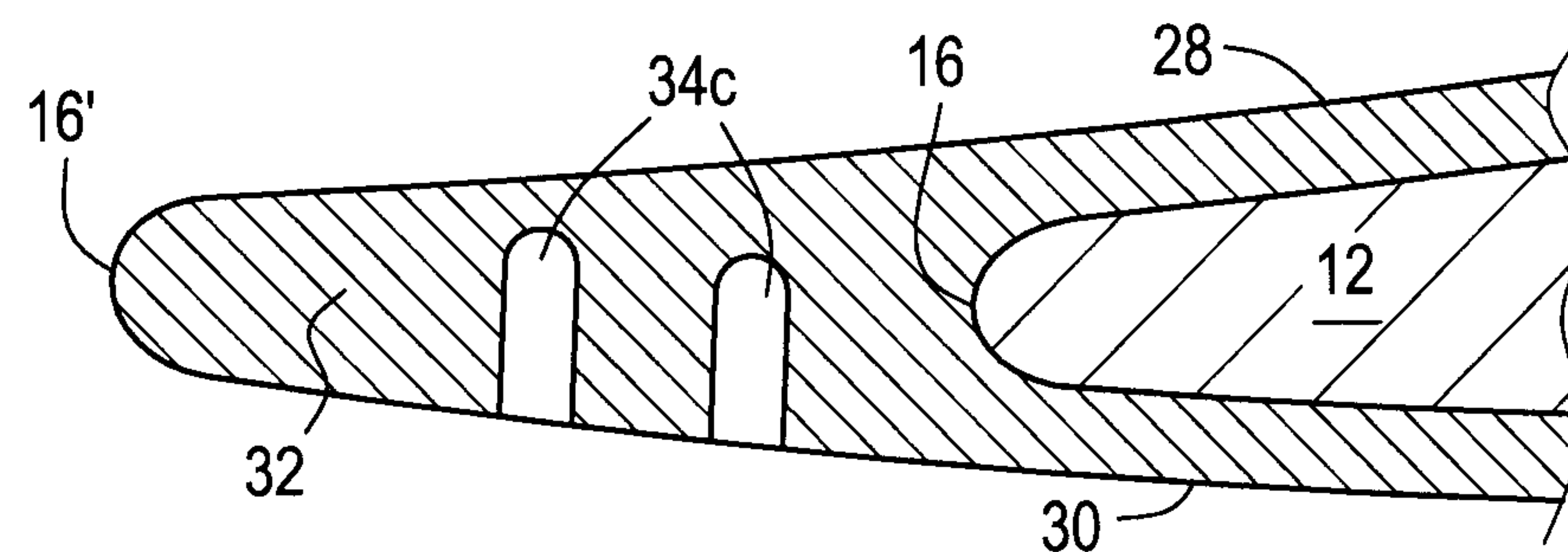


FIG. 6B

