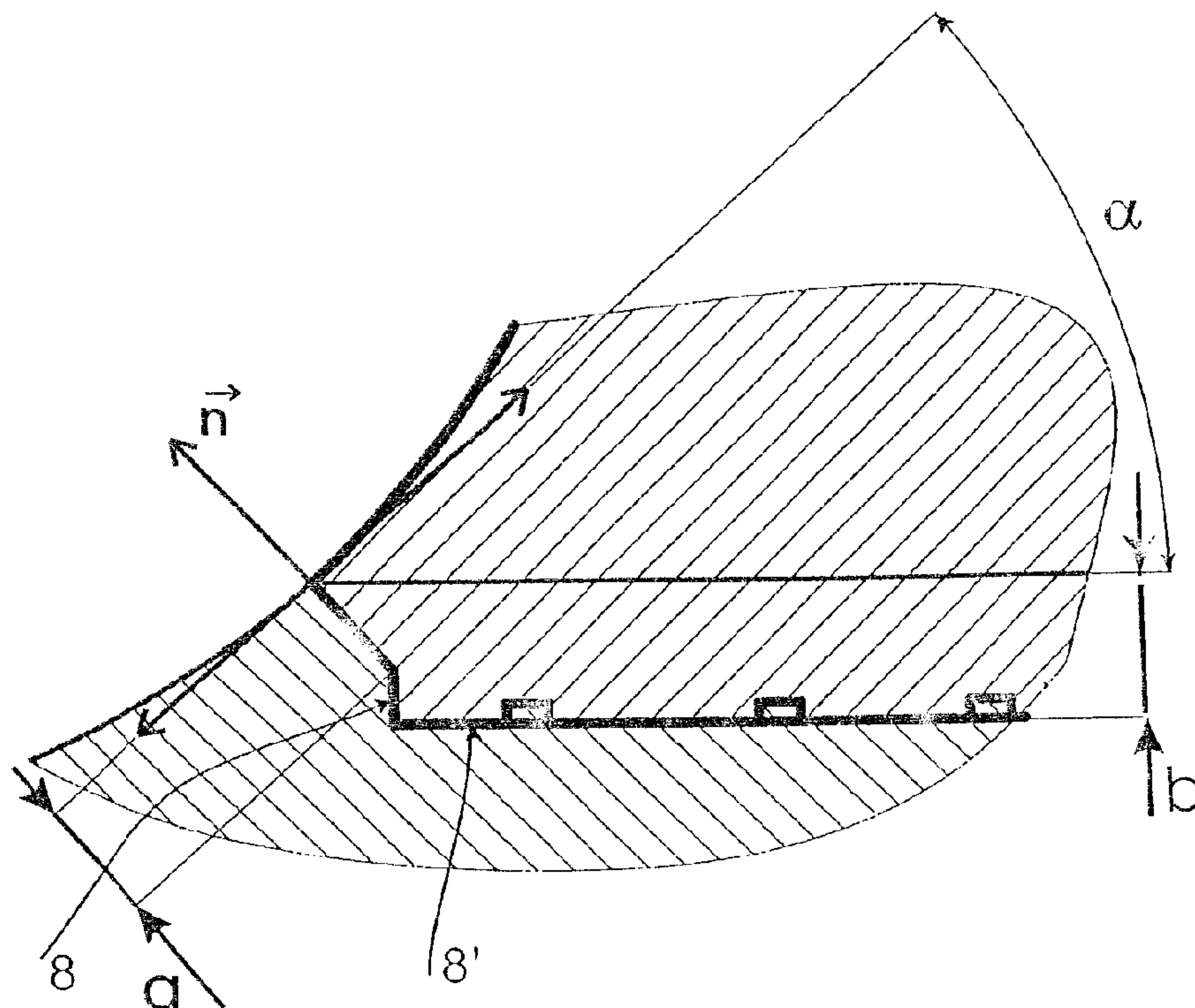




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2003/02/06
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2004/09/16
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2013/11/12
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2005/07/27
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2003/000367
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2004/079463

(51) Cl.Int./Int.Cl. *G05B 19/409* (2006.01),
G05B 19/4099 (2006.01)
(72) Inventeurs/Inventors:
BARLIER, CLAUDE, FR;
CUNIN, DENIS, FR;
DELEBECQUE, BENOIT, FR
(73) Propriétaire/Owner:
CIRTES SRC, FR
(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCEDE POUR L'OPTIMISATION DES JOINTS DE STRATES DANS UNE MODELISATION OU
PROTOTYPAGE PAR DECOMPOSITION EN STRATES ET PIECES AINSI OBTENUES
(54) Title: METHOD OF OPTIMISING THE JOINTS BETWEEN LAYERS IN MODELLING OR PROTOTYPING
INVOLVING LAYER DECOMPOSITION, AND PARTS THUS OBTAINED



(57) Abrégé/Abstract:

Procédé pour l'optimisation des joints de strates dans leur partie affleurant en surface d'une pièce obtenue par modélisation ou prototypage du type décomposition en strates assistée par ordinateur, caractérisé en ce que le profil de liaison de deux strates successives est mathématiquement et numériquement défini en mettant en oeuvre un algorithme dans lequel la surface du joint (7) au niveau de la zone d'extrémité à proximité de la partie venant en affleurement est toujours sensiblement normale n au plan tangent à la surface au point d'affleurement.



(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
16 septembre 2004 (16.09.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/079463 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ :**G05B 19/409**F-88600 Les Poulières (FR). **DELEBECQUE, Benoît**
[FR/FR]; 30bis, rue de la Ménantille, F-88100 Saint Die
des Vosges (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/000367

(74) Mandataire : **POUPON, Michel**; Cabinet Michel
Poupon, 3, rue Ferdinand Brunot, F-88026 Epinal Cedex
(FR).

(22) Date de dépôt international : 6 février 2003 (06.02.2003)

(25) Langue de dépôt :

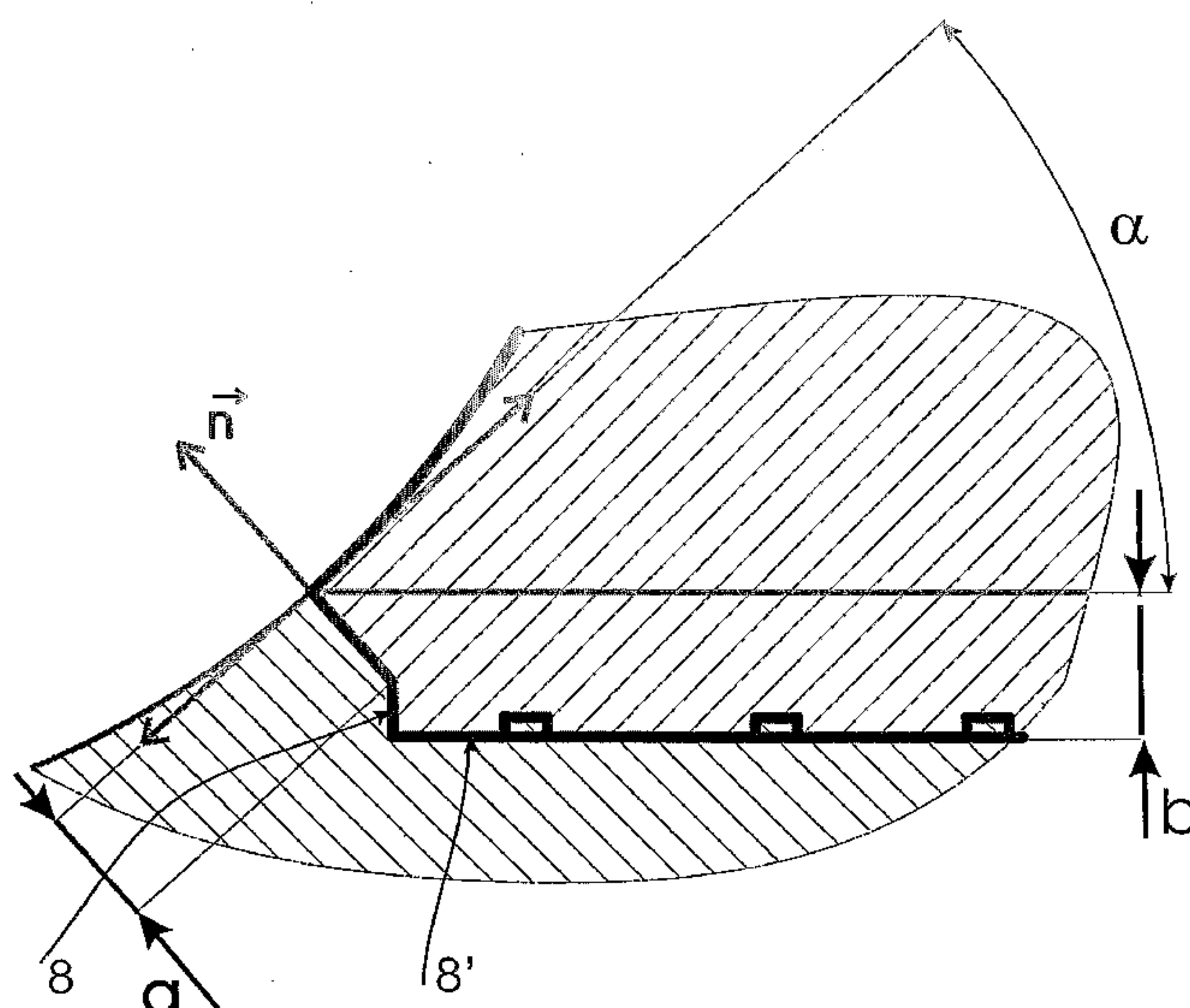
français

(26) Langue de publication :

français

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **CIRTES
SRC** [FR/FR]; 29bis, rue d'Hellicule, F-88100 Saint Die
(FR).(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ,
TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR),

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD OF OPTIMISING THE JOINTS BETWEEN LAYERS IN MODELLING OR PROTOTYPING INVOLVING
LAYER DECOMPOSITION, AND PARTS THUS OBTAINED(54) Titre : PROCEDE POUR L'OPTIMISATION DES JOINTS DE STRATES DANS UNE MODELISATION OU PROTOTY-
PAGE PAR DECOMPOSITION EN STRATES ET PIECES AINSI OBTENUES(57) Abstract: The invention relates to a method of optimising the joints between layers at the part thereof which is flush with the surface of a part obtained by means of computer-aided modelling or prototyping of the type involving layer decomposition. The invention is characterised in that the connecting profile of two successive layers is mathematically and numerically defined using an algorithm in which the surface of the joint (7) at the end zone close to the exposed part is always essentially normal *n* to the plane which is tangential to the surface at the exposed point. The invention can be used in prototyping, modelling and tooling.

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/079463 A1

WO 2004/079463 A1



brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : Procédé pour l'optimisation des joints de strates dans leur partie affleurant en surface d'une pièce obtenue par modélisation ou prototypage du type décomposition en strates assistée par ordinateur, caractérisé en ce que le profil de liaison de deux strates successives est mathématiquement et numériquement défini en mettant en oeuvre un algorithme dans lequel la surface du joint (7) au niveau de la zone d'extrémité à proximité de la partie venant en affleurement est toujours sensiblement normale n au plan tangent à la surface au point d'affleurement.

Procédé pour l'optimisation des joints de strates dans une modélisation ou prototypage par décomposition en strates et pièces ainsi obtenues.

La présente invention a pour objet un procédé pour l'optimisation des joints de strates dans leur partie affleurant en surface d'une pièce obtenue par modélisation ou prototypage du type décomposition en strates assistée par
5 ordinateur.

L'invention a également pour objet les strates élémentaires ainsi obtenues, ainsi que les pièces résultant de leur assemblage.

Dans un procédé de type connu de prototypage rapide, objet par exemple du brevet européen EP 0 585 502 -B1, on réalise une pièce prototype en mettant
10 en œuvre un logiciel de décomposition de la pièce à réaliser en strates élémentaires, lesdites strates étant assemblées entre elles puis l'assemblage final pouvant être repris extérieurement en particulier pour enlever les éventuelles aspérités ou imperfections d'assemblage.

On a représenté aux figures 3 et 4 schématiquement un détail
15 d'assemblage de strates avec illustration du problème rencontré.

Dans un assemblage de deux strates (1,2) une partie du joint (3) vient affleurer en extérieur selon (4). On comprend que la zone (5) de la strate (1) comporte à cet endroit peu de matière, ce qui par usinage, polissage, peut entraîner un enlèvement de matière au niveau précisément de ce joint comme
20 représenté schématiquement à la figure 4 en (6).

Il en découle une pièce imparfaite, à surface non régulière et donc non satisfaisante pour certaines applications.

Cette conception de joint classique présente en outre d'autres inconvénients :

- 25 - faible résistance ;
- mauvaise tenue à l'usinage ;
- mauvaise tenue aux sollicitations mécaniques lors de l'utilisation (en particulier sollicitations à la pression, qu'elle soit d'origine mécanique ou fluïdique) ;
- 30 - mauvaise tenue à toutes les opérations d'assemblage : collage, soudure, masticage ;
- déformations possibles lors de l'usinage, des manipulations et lors de l'assemblage.

L'invention a pour objet de remédier à ces inconvénients.

Conformément à l'invention on propose en effet un procédé pour optimiser un joint entre deux strates successives dans leurs parties respectives affleurant en surface d'une pièce obtenue par modélisation ou prototypage par décomposition en strates assistée par ordinateur, le procédé comprenant les étapes de :

- fournir un joint comportant un profil de liaison ayant une surface de joint au niveau d'une zone d'extrémité à proximité des parties affleurant à la surface de la pièce, à un point d'affleurement; et

10 former le profil de liaison avec la surface de joint toujours sensiblement normale à un plan tangent à la surface de la pièce, au point d'affleurement, au moins des parties de la surface de joint du profil de liaison formant un angle par rapport à un plan défini par le joint, ledit angle variant le long du profil de liaison du joint.

L'invention concerne également une strate élémentaire d'une pièce apte à être obtenue par modélisation ou prototypage incluant une décomposition en strates, la strate comportant une partie destinée à venir en affleurement sur ladite pièce après assemblage de ladite pièce, la strate comprenant au moins un joint comportant un profil de liaison ayant une surface de joint au niveau d'une zone d'extrémité à proximité de ladite partie, caractérisée en ce que ledit profil de liaison est toujours sensiblement normal à un plan tangent à la surface de la pièce au niveau de ladite zone d'extrémité du joint, à un point d'affleurement, et en ce que au
20 moins des parties du profil de liaison forment un angle par rapport au plan défini par le joint, ledit angle variant le long du profil de joint.

On comprendra mieux l'invention à l'aide de la description faite ci-après d'un certain nombre de variantes de mise en œuvre, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1A et une représentation en CAO d'une pièce complexe à réaliser, avec quelques variantes de situation possibles,
- la figure 1B illustre en CAO une strate obtenue avec le procédé de l'invention, illustrant celle-ci en trois dimensions,
- les figures 2A et 2B représentant une strate obtenue conformément à l'invention, vue de dessus (fig. 2A), et coupe (fig. 2B),

- les figures 3,4 illustrent des problèmes rencontrés potentiellement avec les strates de l'art antérieur,
- les figures 5 et 6 illustrent schématiquement le principe de base du procédé selon l'invention,
- les figures 7, 8A, 8B, 8C illustrent des variantes simples de mise en œuvre,
- la figure 9 illustre une application à des profils en dépouille et/ou contre-dépouille,
- la figure 10 illustre un détail sur strate d'un assemblage selon la figure 9,
- la figure 11 illustre un détail sur strate d'un assemblage en contre-dépouille selon la figure 9, avec deux variantes,
- les figures 12A à F illustrent l'application à une paroi.

On se réfère tout d'abord à la figure 5.

On a indiqué sur la figure les paramètres essentiels d'un joint obtenu conformément au procédé de l'invention :

- angle α entre la tangente et le plan de strate,
- a : longueur du joint
- b : décalage du plan de strate,
-  n : normale au point de jonction.

Selon l'invention, le joint (7) est normal au plan tangent (T) sur une longueur a.

On notera que :

- si a est constant, b est $f(\alpha)$;
- si $\alpha = \pi/2$, b = 0.

On résout ainsi le problème du joint, tel qu'exposé ci-dessus, mais les strates ainsi obtenues nécessitant ce type de calcul, seront d'épaisseur variable.

3a

En outre, le profil de la strate est variable tout au long de la périphérie. De plus, la ligne de joint n'est pas nécessairement dans un même plan.

Pour des angles α proches de $\pi/2$, il faudra en outre prévoir des moyens de positionnement relatif des strates entre elles, comme explicité ci-après.

On se référera à la figure 6.

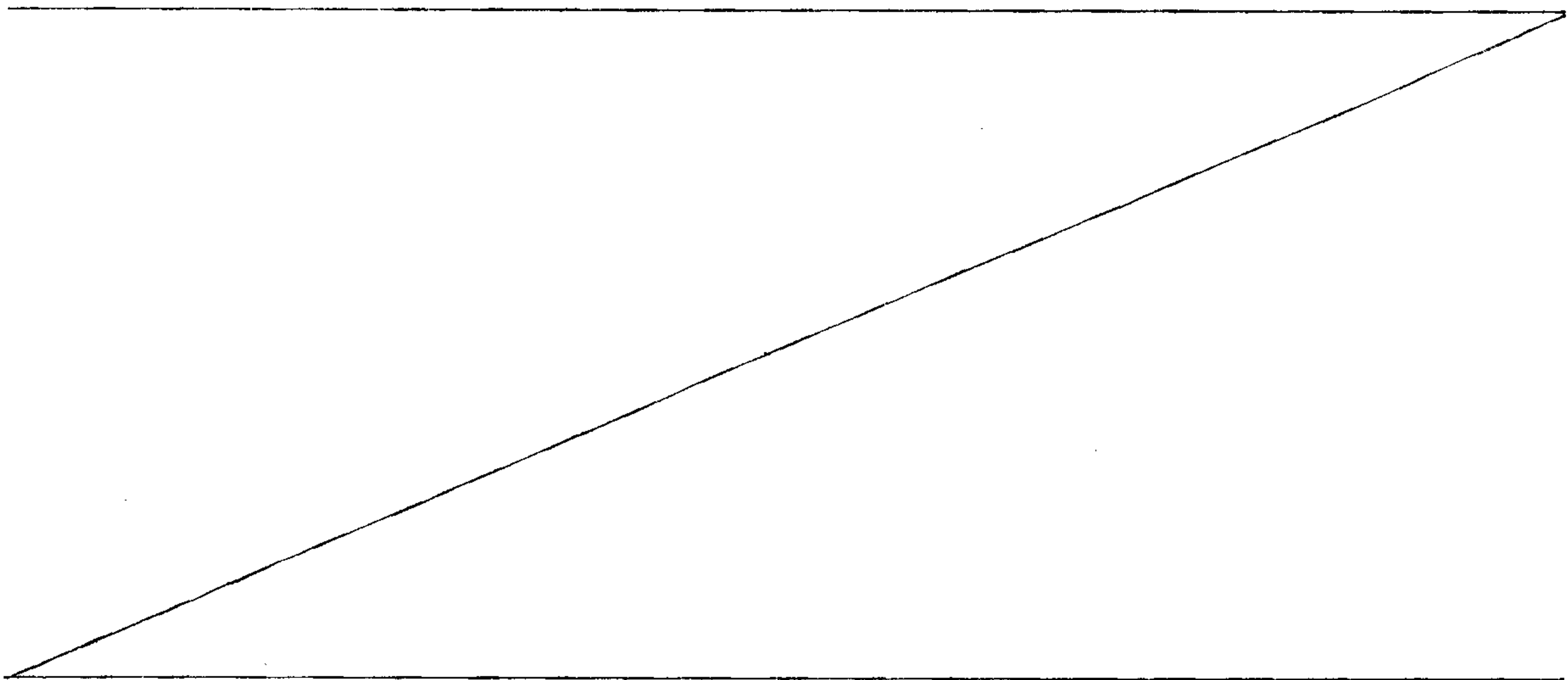
Toutes choses égales par ailleurs par rapport à la réalisation de la figure 5, on réalise :

- une maîtrise de la matière au niveau du joint (but recherché),
- une maîtrise du positionnement en (X, Y) par une insertion de centrage (8),
- une maîtrise de la précision en (Z) par le profil de positionnement (8'),
- maîtrise et renforcement de l'assemblage et de sa tenue mécanique.

Différentes remarques peuvent être apportées à cet égard :

- le profil de positionnement est calculé par rapport au contour extérieur de la strate, l'angle α étant variable le long de ce contour ;
- le profil peut être obtenu en microfraisage, en fraisage du profil ou à l'aide d'une fraise de forme. Dans ce dernier cas, il est bien entendu constant sur la périphérie ;
- l'emboîture est hyperstatique ; il est possible d'y prévoir des jeux pour privilégier certains contacts.

Différentes variantes seront décrites brièvement ci-après :



- à la figure 7, l'emboîture est rendue indémontable par la présence d'une contre-dépouille (β) sur le profil de positionnement (9), le montage étant possible du fait de l'élasticité des matériaux ;
- comme visible sur les figures 8A, 8B et 8C, il est également possible d'aménager le joint à l'extérieur en fonction du degré d'étanchéité recherché, à savoir :
 - o pour amener de la matière en supplément ce qui entraîne un bourrelet extérieur par déformation : 8B puis 8C,
 - o pour ménager une réserve de joint, figure 8A.

10 On a représenté aux figures 9, 10 et 11 des exemples d'application à des dépouilles et contre-dépouilles.

Les détails sur strates aux figures 8 et 9 montrent que les décompositions sont possibles en dépouille et contre-dépouille, toujours avec le même principe de joint, le choix étant en outre possible concernant le côté de l'emboîture (strate supérieure ou inférieure), voire leur combinaison dans l'espace.

Enfin, on a représenté aux figures 12A à 12F des variantes d'application aux parois :

- sans emboîture : figure 12A ;
- avec emboîture extérieure seulement et plan : figure 12B ;
- 20 - avec emboîture extérieure et intérieure et plan : figure 12C ;
- avec emboîture extérieure et intérieure dans le même plan : figure 12D ;
- avec décomposition normale simple : figure 12 E ;
- avec emboîture double à décrochement : figure 12 F.

25 On constatera de ce qui précède que c'est la numérisation du profil qui permet d'obtenir un profil de liaison et d'imbrication mathématiquement défini, paramétré fonctionnellement.

Il n'y a aucune limite, le profil pouvant être gauche, les surfaces de joint pouvant être complexes et calculées.

30 On comprendra que l'innovation majeure réside dans le principe d'emboîtement, les formes étant complètement paramétrées et dépendant de la surface de section dans laquelle s'effectue l'imbrication ; il peut s'agir d'une surface plane mais aussi d'une surface gauche, comme illustrée aux figures 1B ; 2A et 2B.

Par la mise en œuvre d'un algorithme géométrique, la forme des joints d'imbrication est obtenue par calcul informatique systématique.

En conséquence, la forme du joint dépend du plan de stratification, et elle ne peut donc être connue à l'avance.

- 5 On pourra, au niveau des emboîtures, prévoir les parties fonctionnelles des fonctions induites dans la pièce finale, par exemple non limitatif, des canaux de régulation (refroidissement, chauffage, etc...) et/ou d'amenée de produits d'assemblage et/ou de circulation de fluides.

- 10 Ce procédé trouve son application dans tous les domaines de la conception de pièces par strates par prototypage et outillage rapide déjà évoqués, avec toutes les extensions possibles imaginables par l'homme de l'art pour la décomposition de pièce existante ou pour la conception de nouvelles pièces.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour optimiser un joint entre deux strates successives dans leurs parties respectives affleurant en surface d'une pièce obtenue par modélisation ou prototypage par décomposition en strates assistée par ordinateur, le procédé comprenant les étapes de :

- fournir le joint comportant un profil de liaison ayant une surface de joint (7) au niveau d'une zone d'extrémité à proximité des parties affleurant à la surface de la pièce, à un point d'affleurement; et
- 10 – former le profil de liaison avec la surface de joint toujours sensiblement normale à un plan tangent à la surface de la pièce, au point d'affleurement, au moins des parties de la surface de joint du profil de liaison formant un angle par rapport à un plan défini par le joint, ledit angle variant le long du profil de liaison du joint.

2. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape de former le profil de liaison comprend une étape de :

- définir mathématiquement et numériquement le profil de liaison du joint des deux strates successives en mettant en œuvre un algorithme.

20

3. Le procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'étape de former le profil de liaison comprend en outre une étape de :

- former une emboîture au niveau du joint, entre les deux strates successives.

4. Le procédé selon la revendication 3, dans lequel l'étape de former le profil de liaison comprend en outre une étape de :

- former une contre-dépouille sur un profil de positionnement associé au joint, adjacent au profil de liaison, rendant indémontable les deux strates successives.

5. Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'étape de former le profil de liaison comprend en outre une étape de :
 - former le joint avec un apport de matière en supplément.
6. Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'étape de former le profil de liaison comprend en outre une étape de :
 - former le joint avec une réserve de joint.
- 10 7. Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'étape de former le profil de liaison comprend en outre une étape de :
 - former le profil de liaison avec une dépouille et une contre-dépouille.
8. Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'étape de former le profil de liaison comprend en outre une étape de :
 - réaliser une maîtrise du positionnement en X, Y par une insertion de centrage, et une maîtrise du positionnement en Z par un profil de positionnement.
- 20 9. Le procédé selon la revendication 3, dans lequel l'étape de former le profil de liaison comprend en outre :
 - former une emboîture hyperstatique au niveau du joint, entre les deux strates successives.
10. Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel l'étape de former le profil de liaison est réalisée avec un angle α entre le plan tangent à la surface de la pièce au point d'affleurement et le plan défini par le joint, ledit angle α variant tout au long du profil de liaison du joint.

11. Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel l'étape de former le profil de liaison comprend en outre une étape de former le profil de liaison de sorte qu'il soit incliné par rapport au plan défini par le joint.

12. Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel l'étape de fournir le profil de liaison comprend une étape de fournir le joint avec un décalage par rapport au profil de liaison au niveau de la zone d'extrémité à proximité des parties affleurant à la surface de la pièce.

10 13. Strate élémentaire d'une pièce apte à être obtenue par modélisation ou prototypage incluant une décomposition en strates, la strate comportant une partie destinée à venir en affleurement sur ladite pièce après assemblage de ladite pièce, la strate comprenant au moins un joint comportant un profil de liaison ayant une surface de joint au niveau d'une zone d'extrémité à proximité de ladite partie, caractérisée en ce que ledit profil de liaison est toujours sensiblement normal à un plan tangent à la surface de la pièce au niveau de ladite zone d'extrémité du joint, à un point d'affleurement, et en ce que au moins des parties du profil de liaison forment un angle par rapport au plan défini par le joint, ledit angle variant le long du profil de joint.

20

14. Pièce constituée de strates élémentaires, chacune des strates étant selon la revendication 13.

15. Pièce selon la revendication 14, dans laquelle chacune de deux strates successives desdites strates élémentaires a un profil variable tout au long de portions de périphérie de la pièce.

16. Pièce selon la revendication 14 ou 15, dans laquelle des portions de la surface de ladite pièce sont fraisées.

1/8

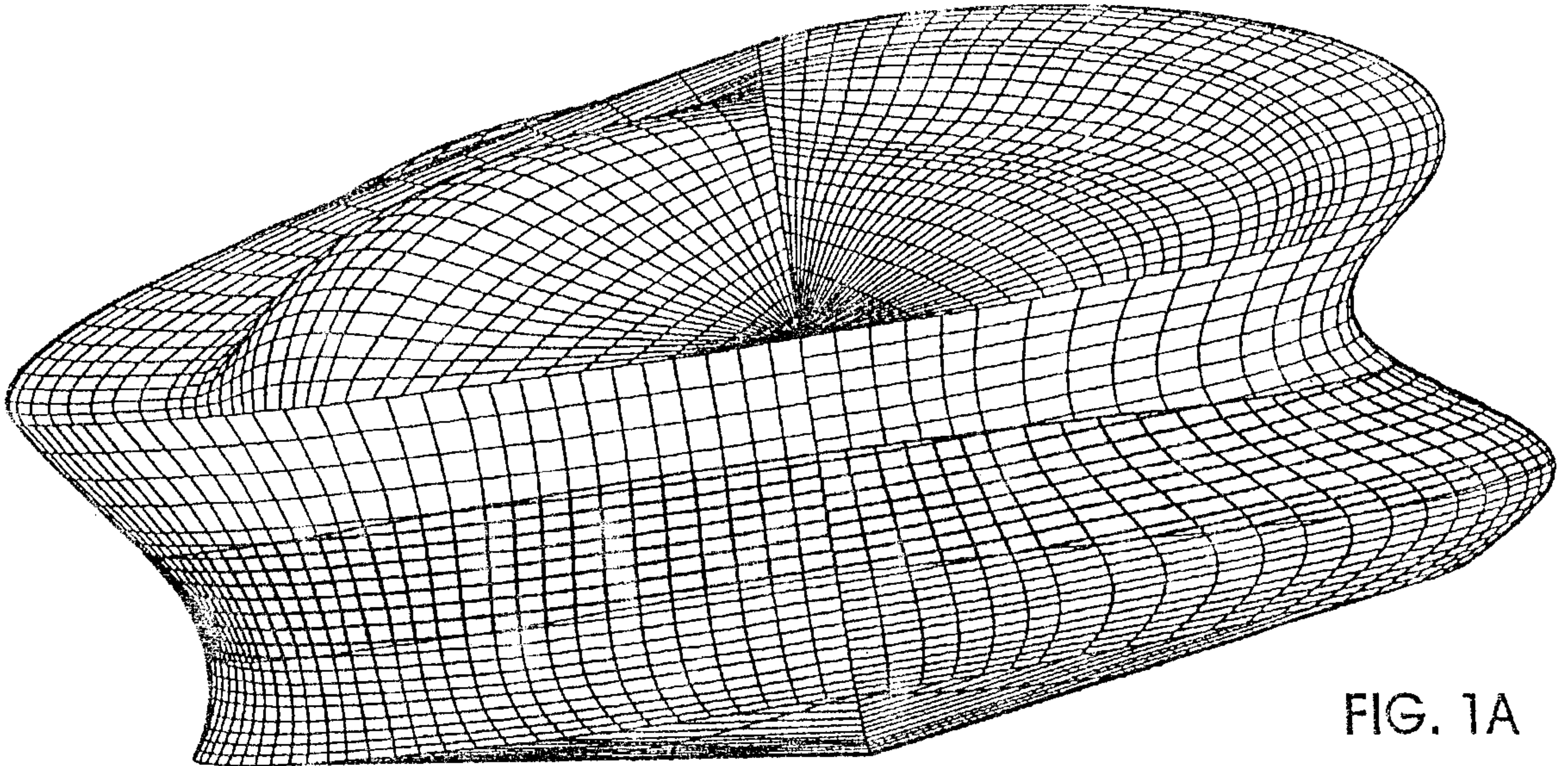


FIG. 1A

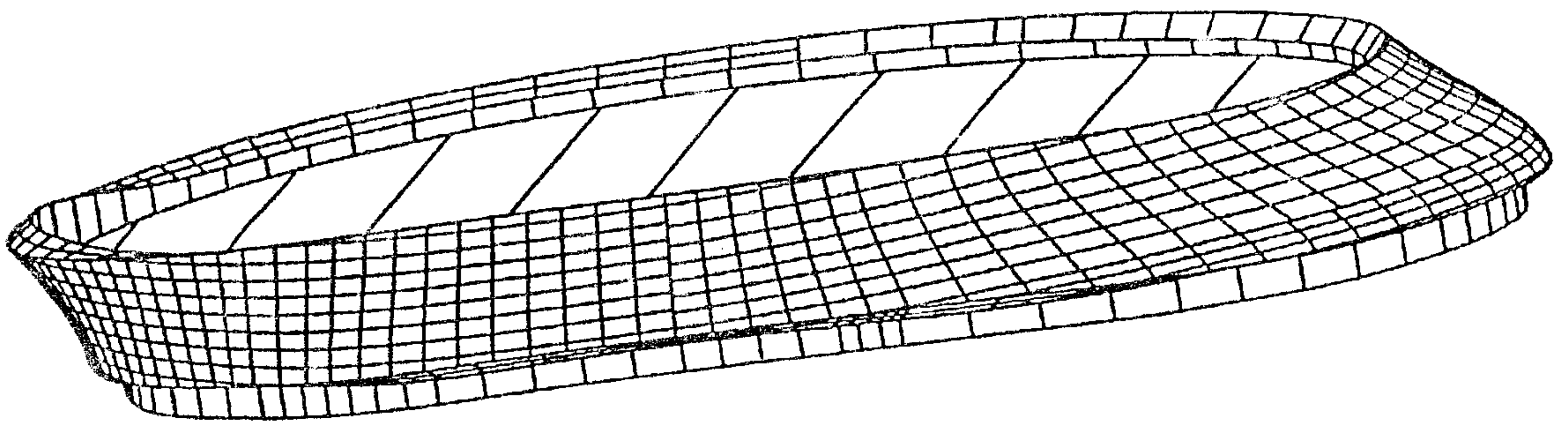


FIG. 1B

2/8

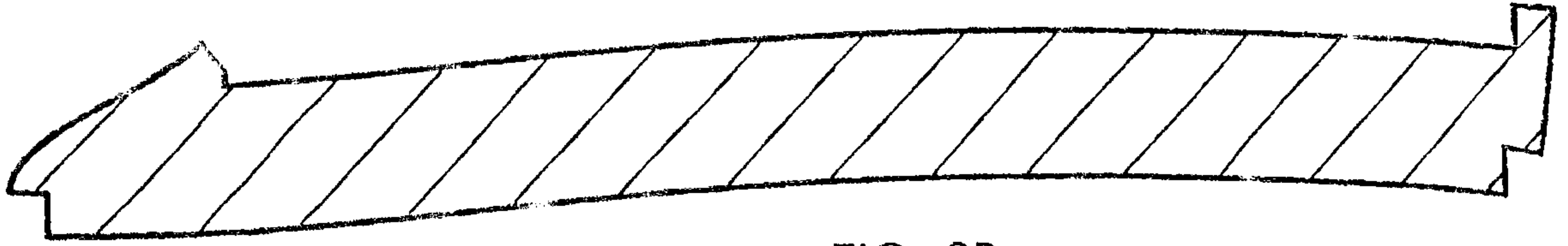


FIG. 2B

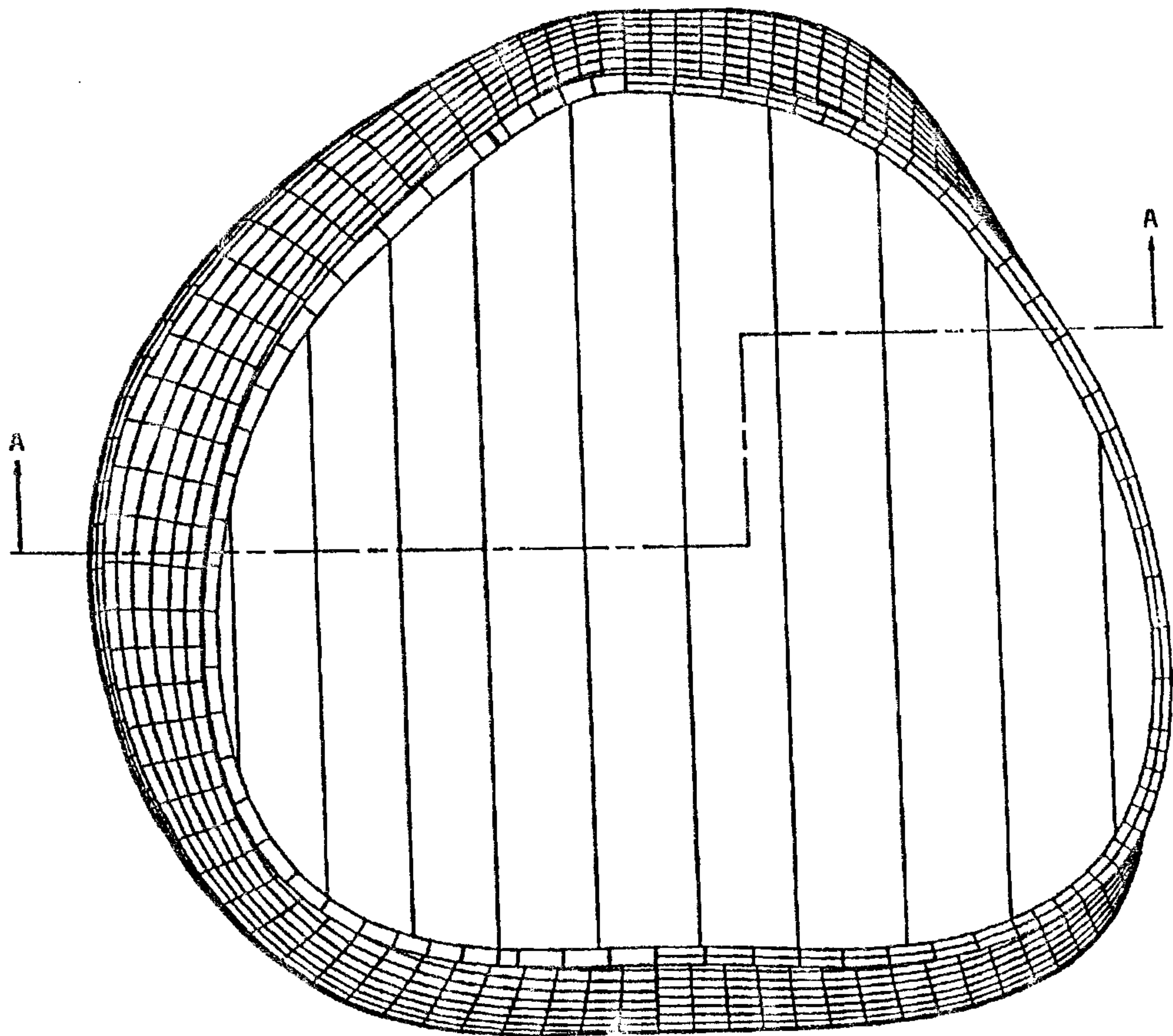


FIG. 2A

3/8

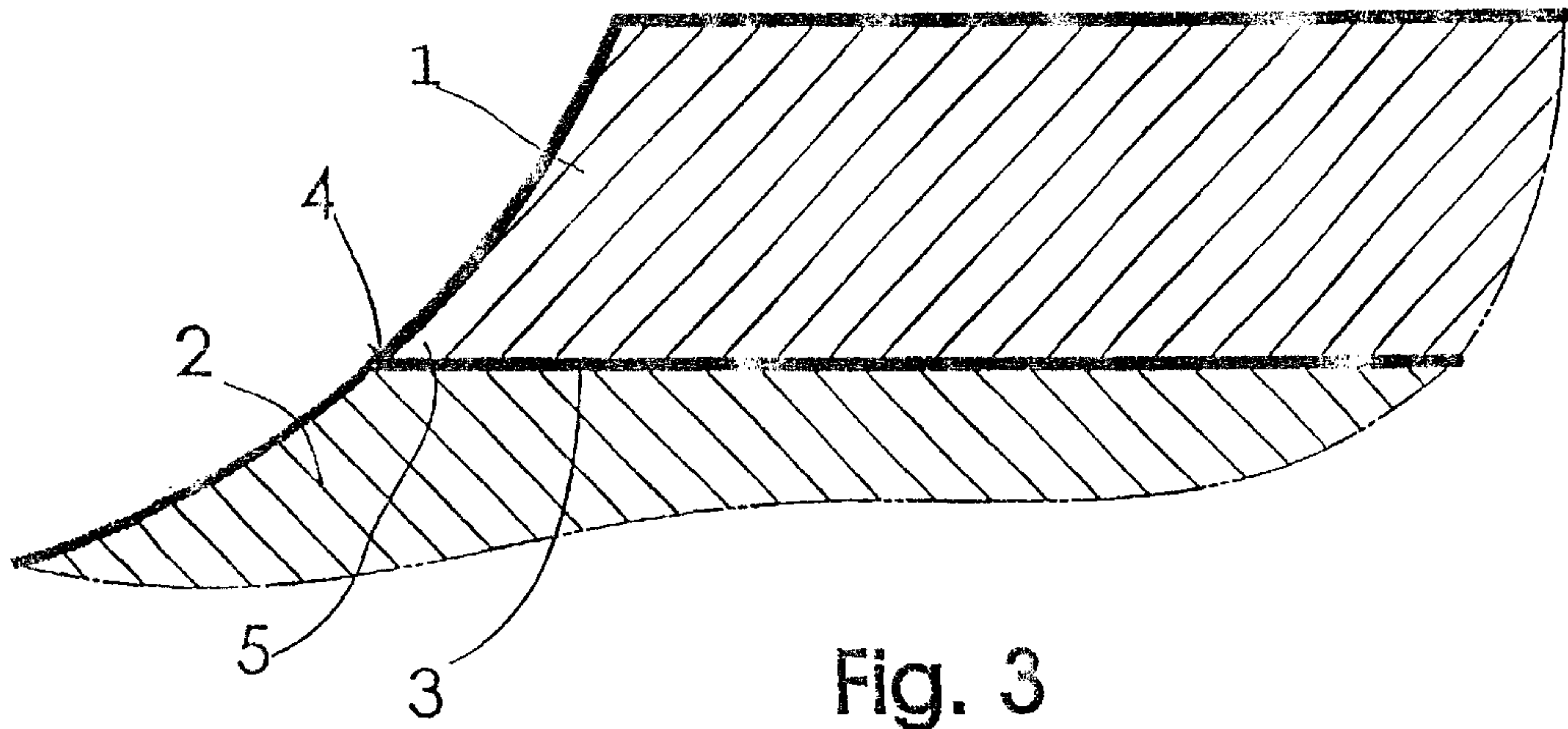


Fig. 3

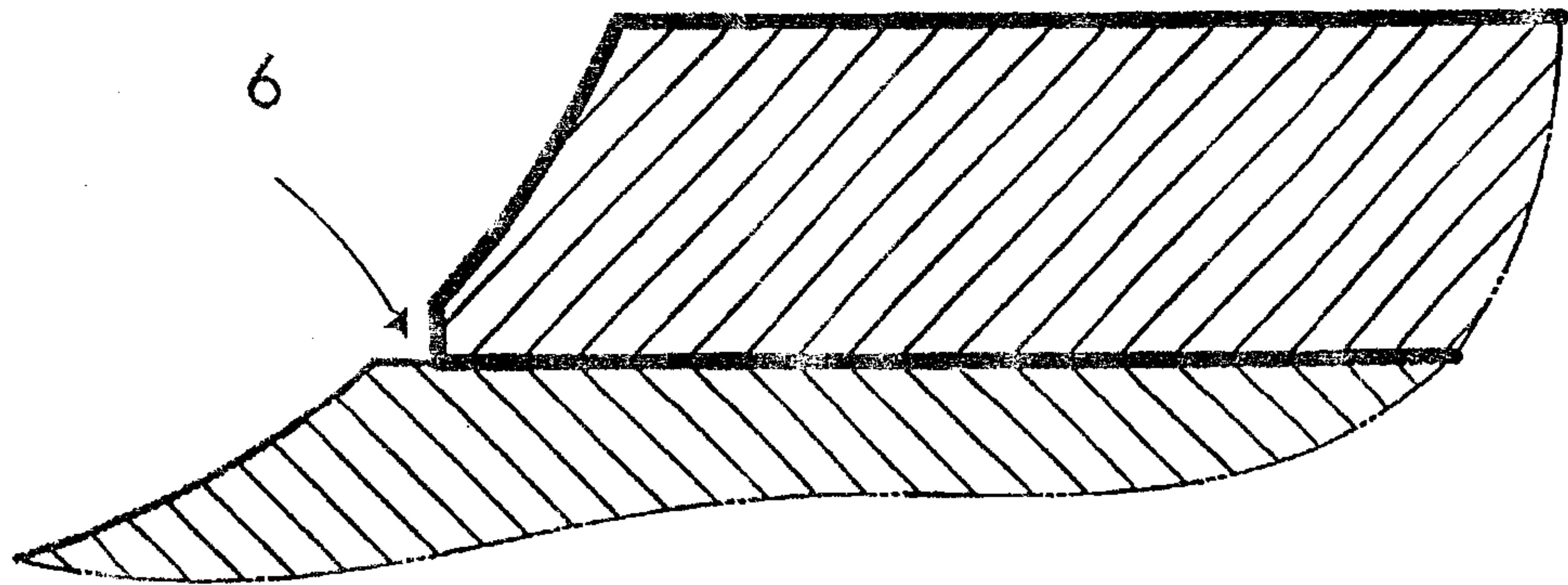


FIG. 4

4/8

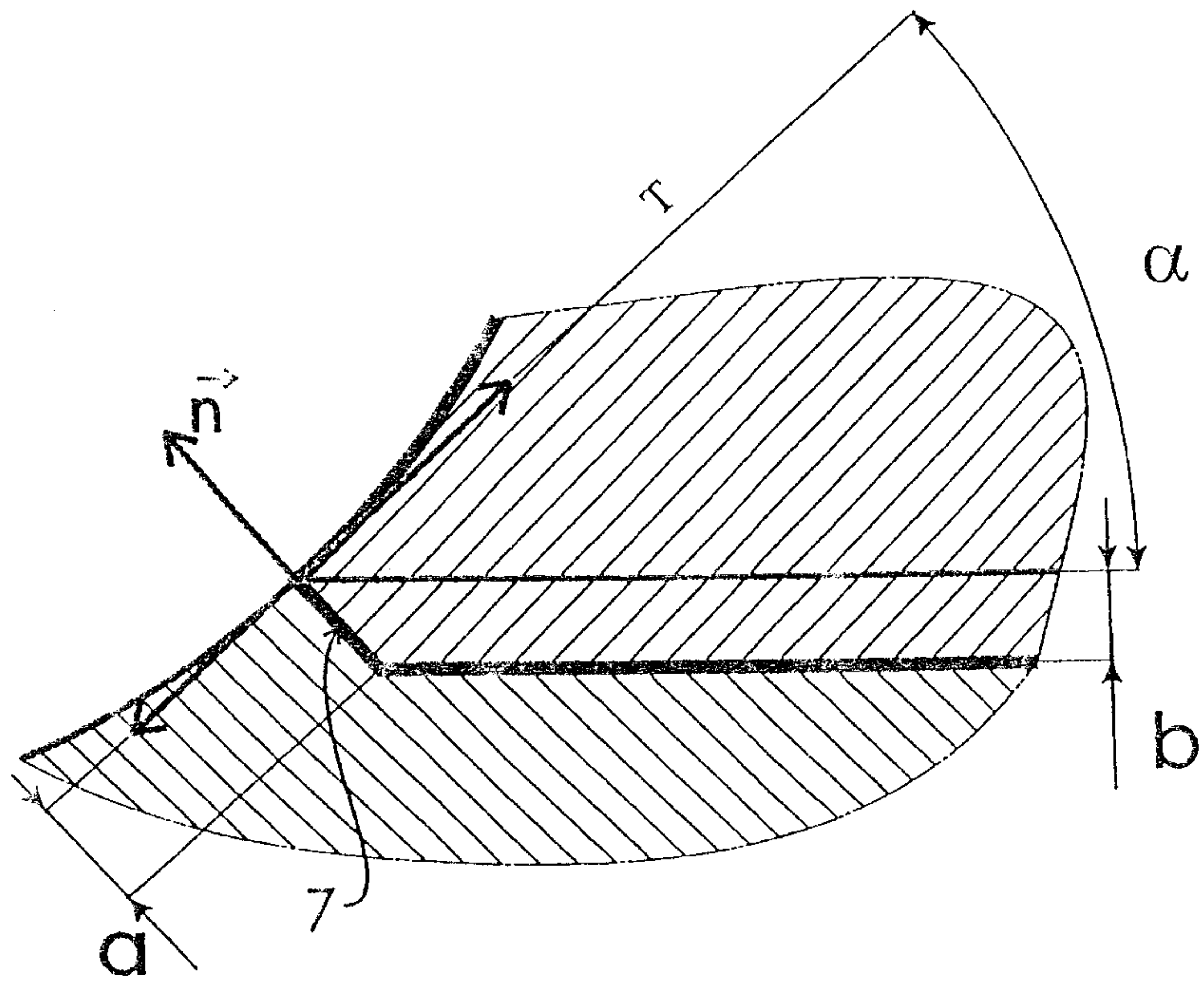


FIG. 5

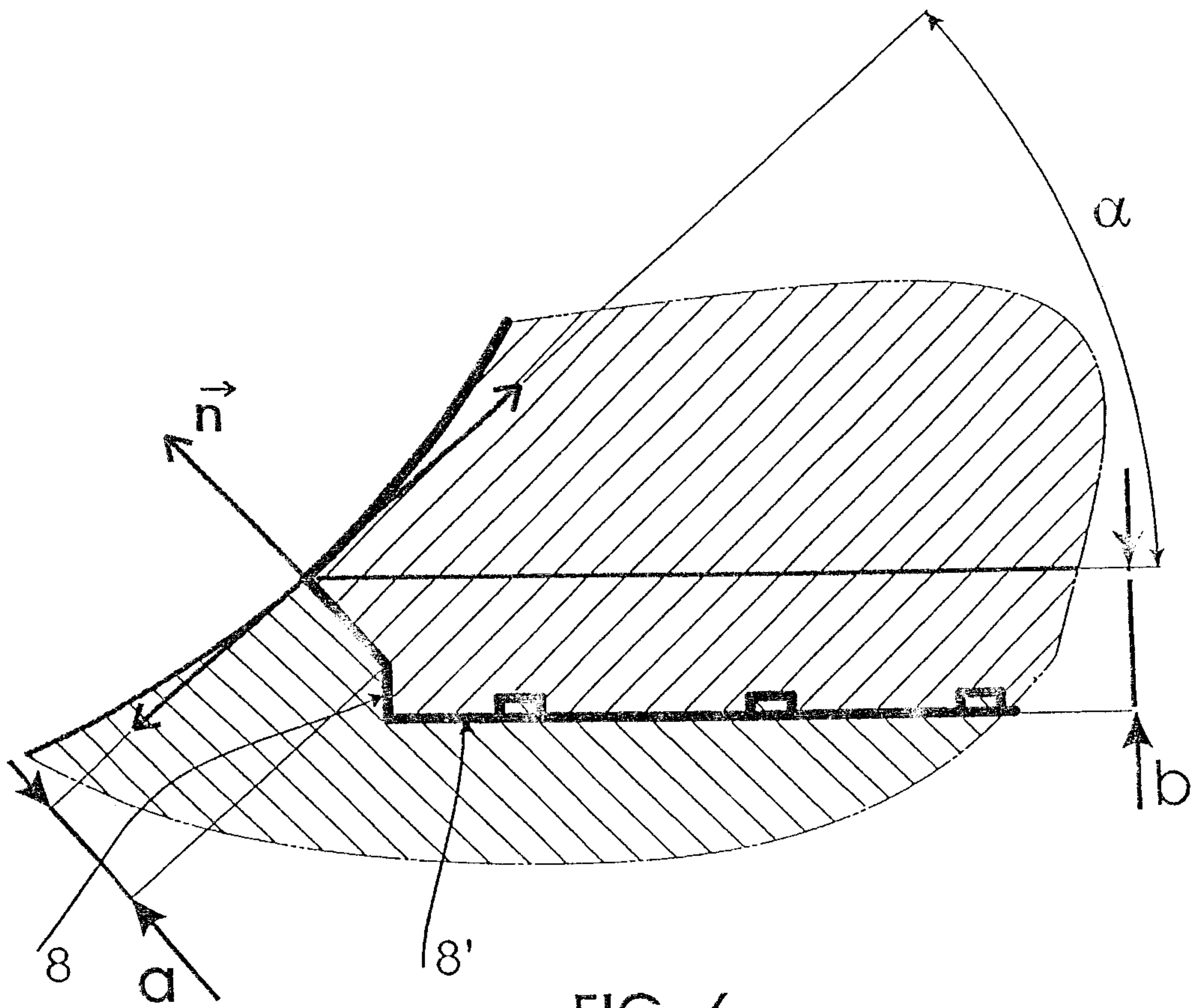
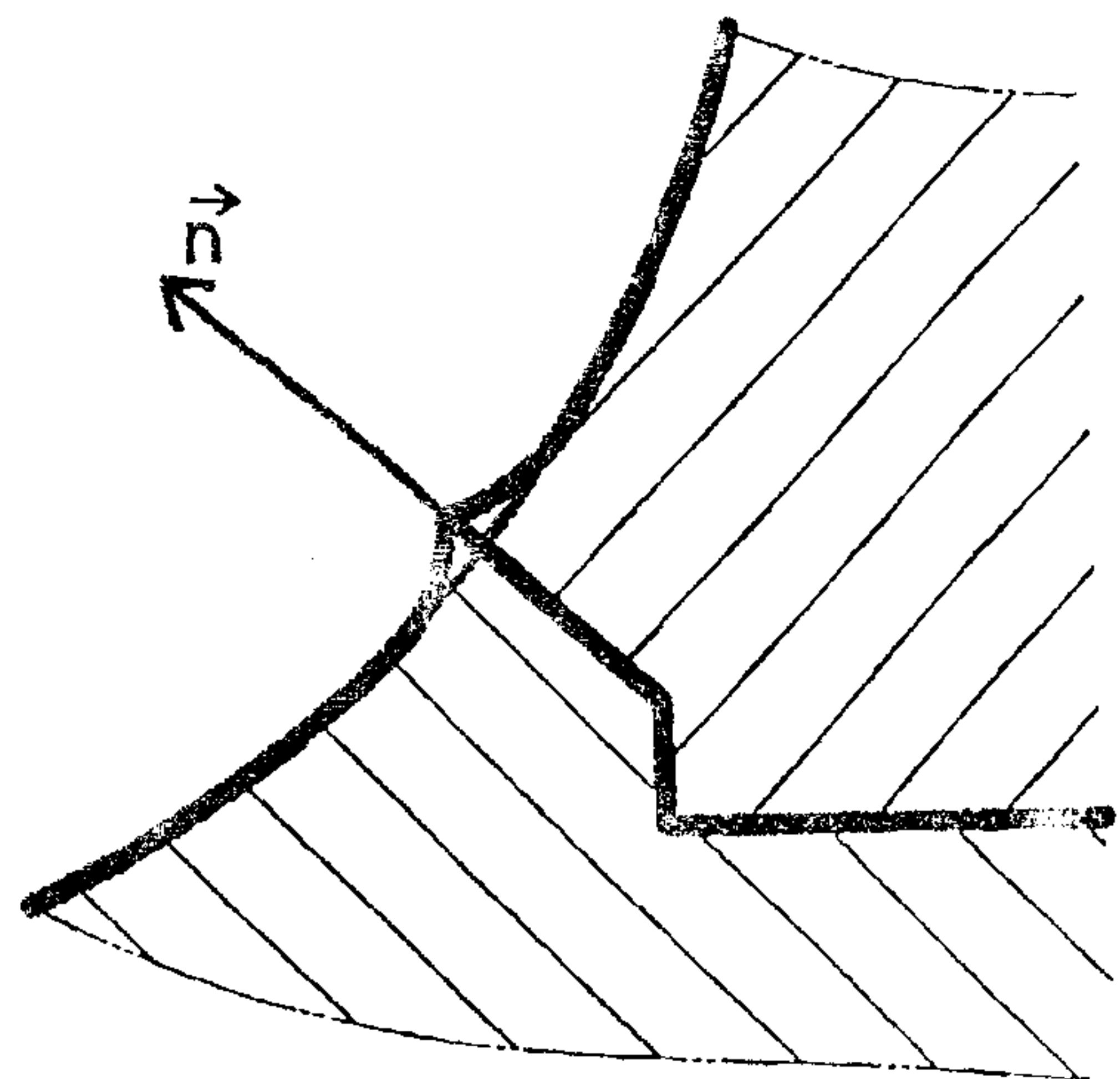
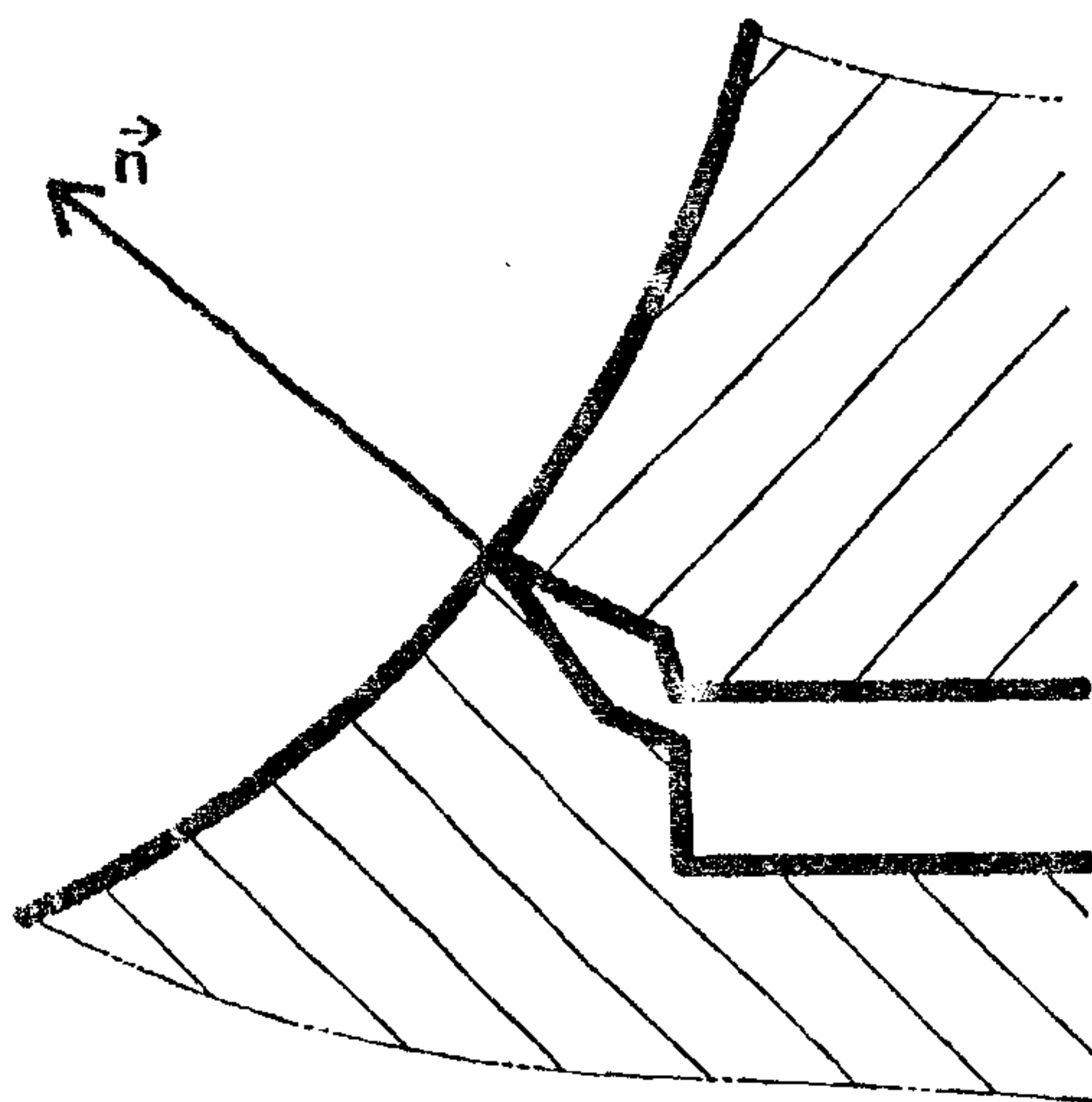
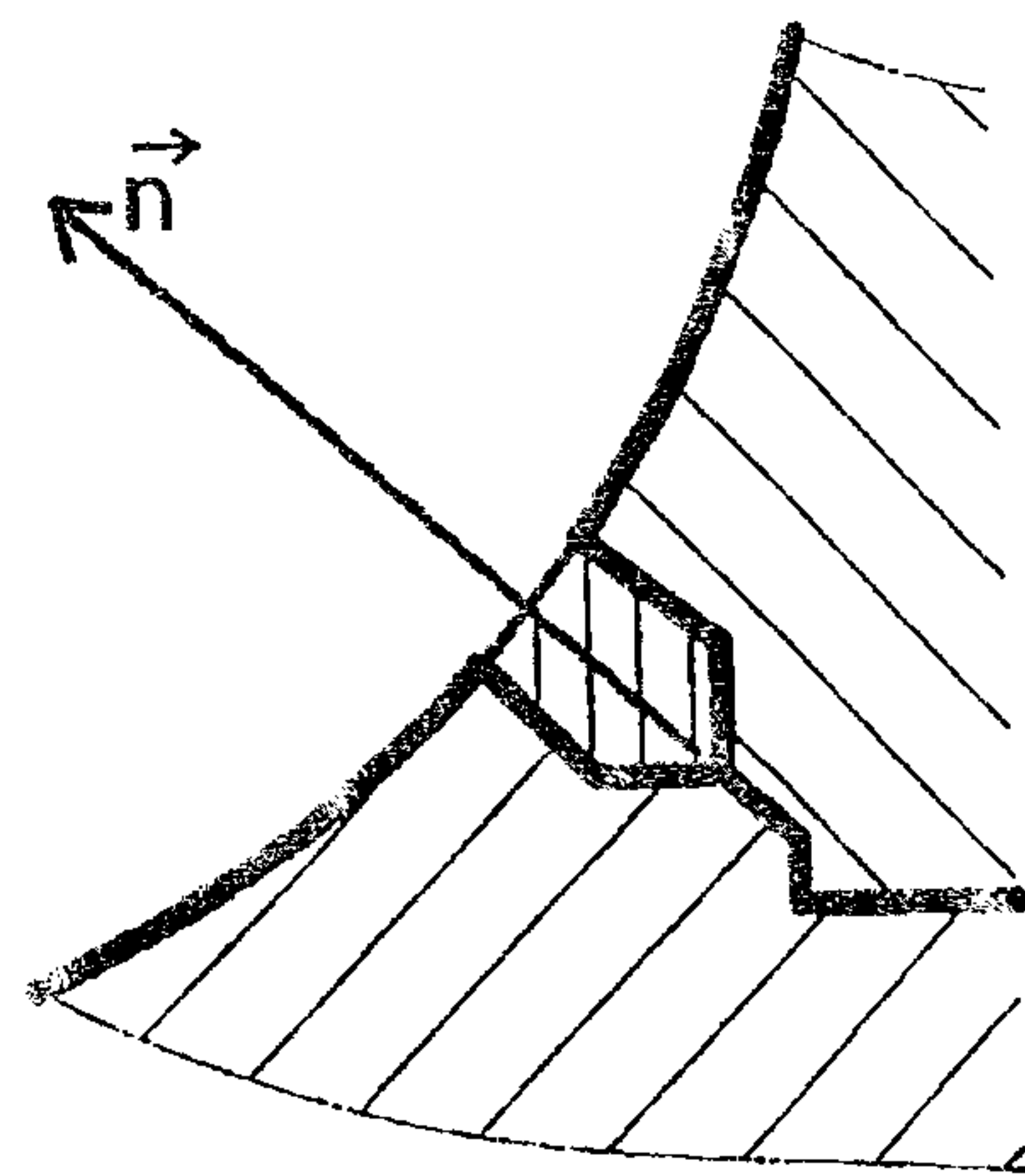
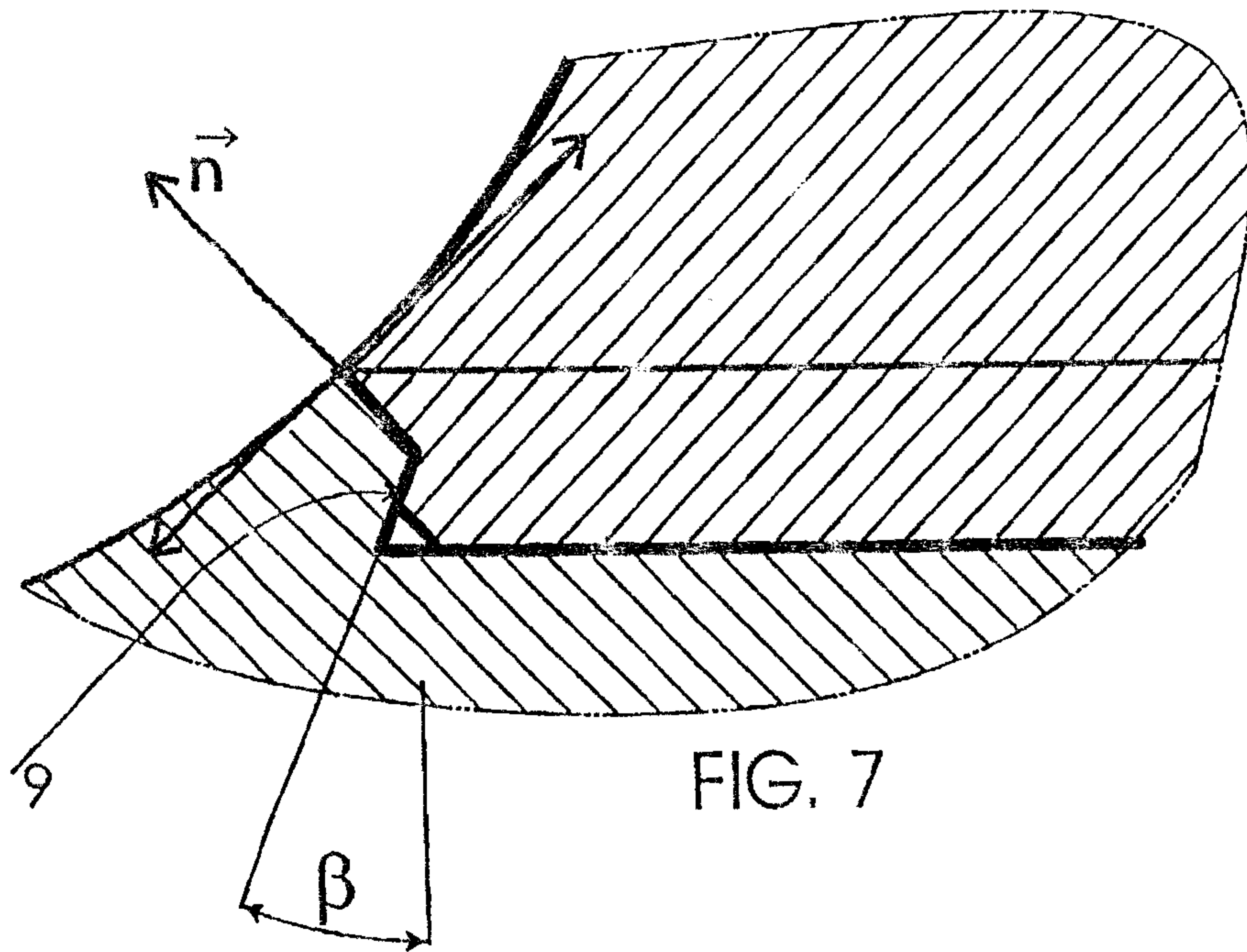


FIG. 6

5/8



6/8

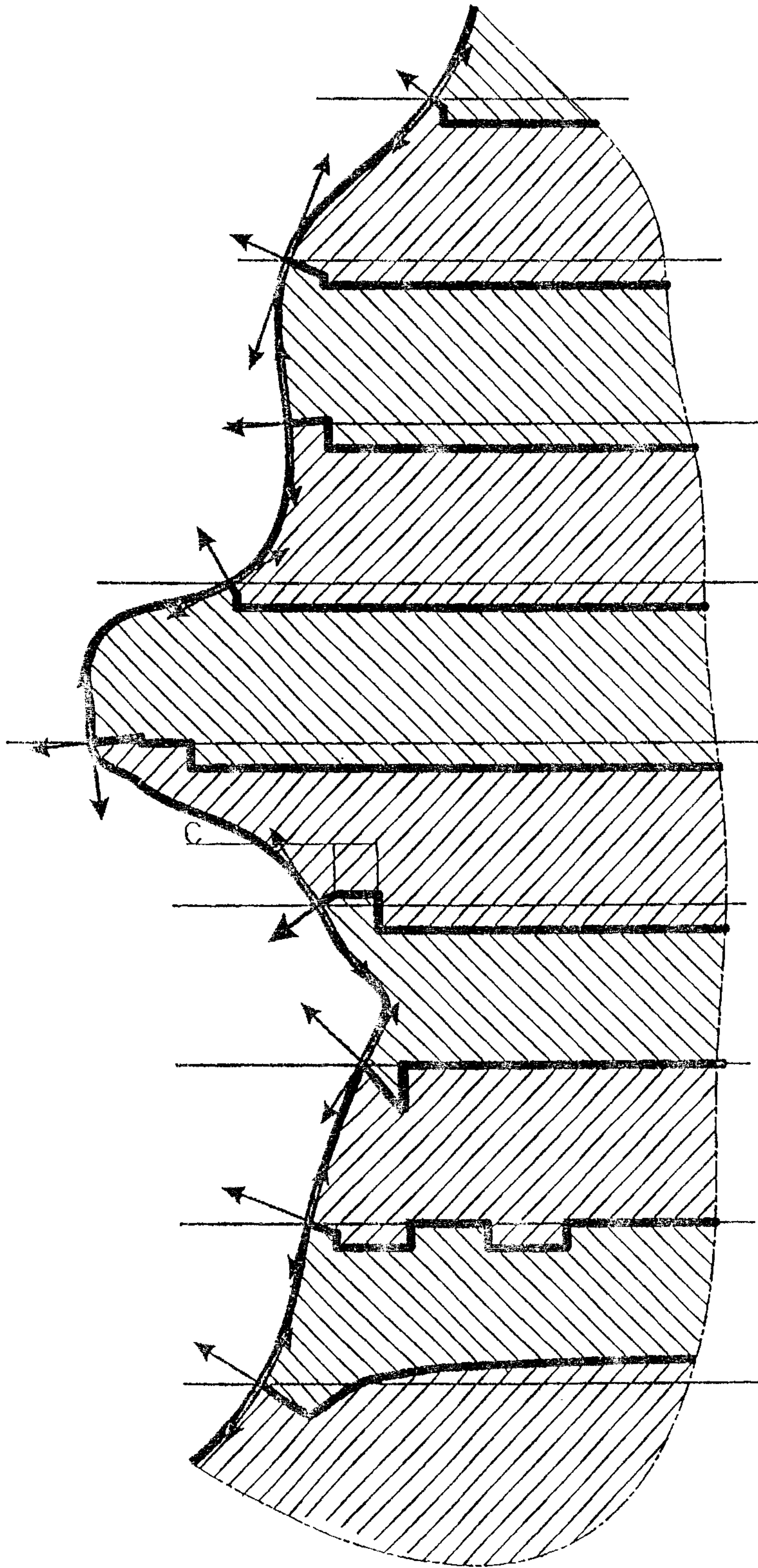
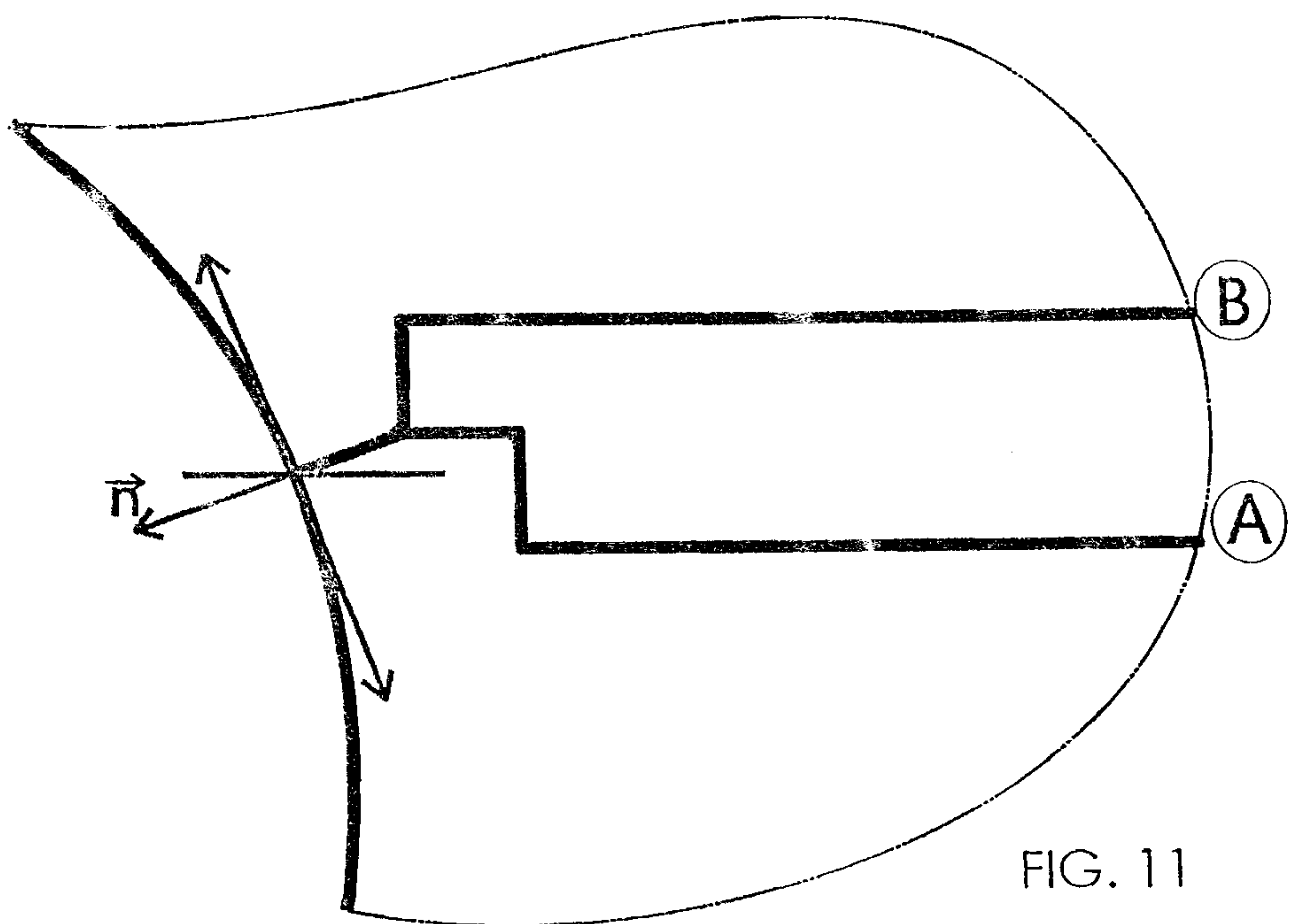
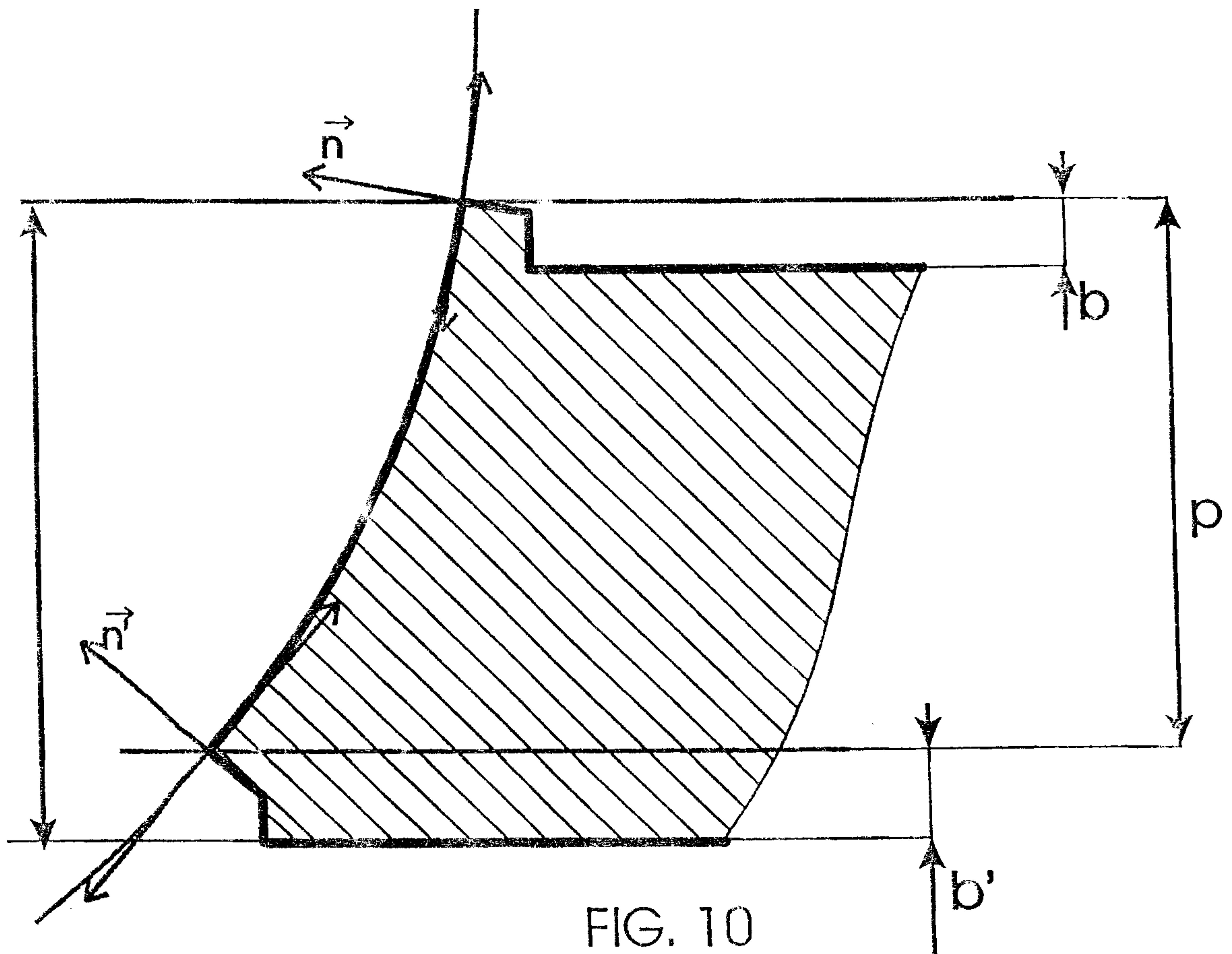


FIG. 9

7/8



8/8

