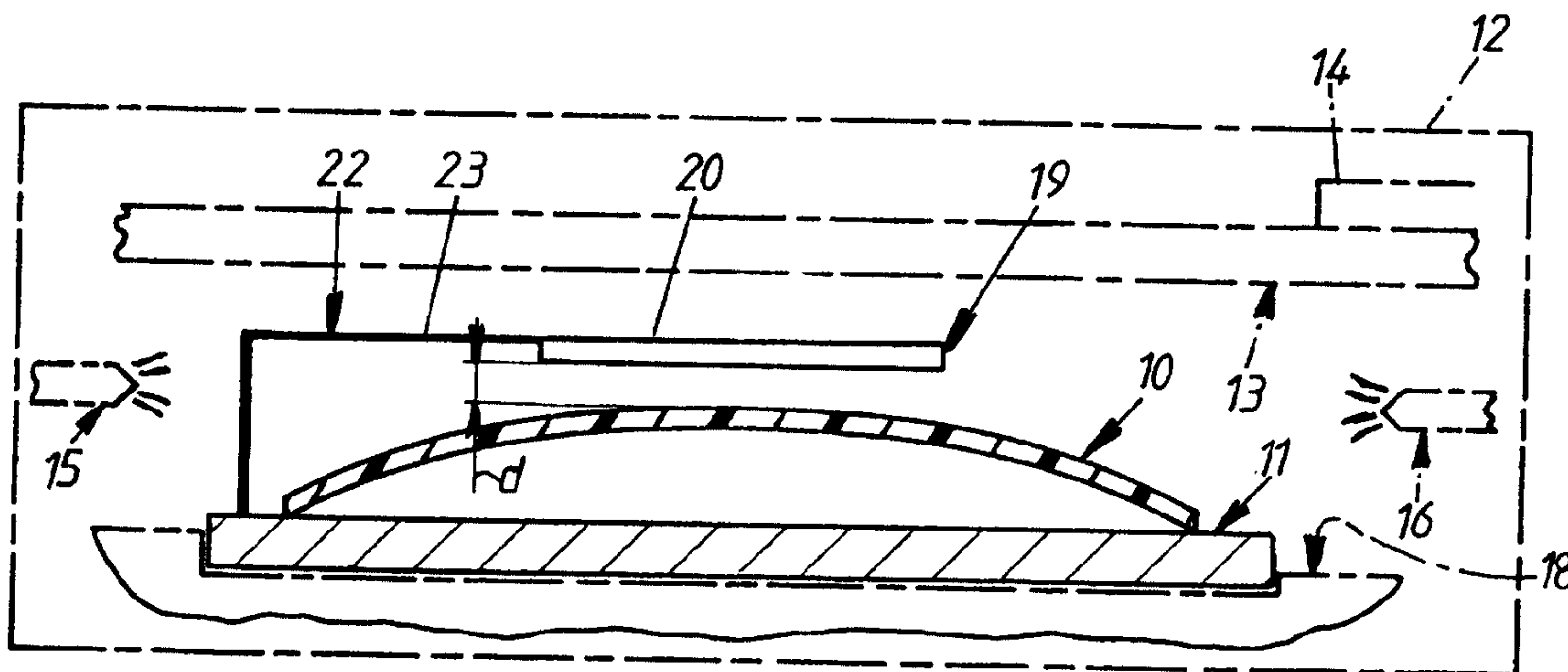




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 1999/09/02
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2000/03/16
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2005/07/12
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2001/03/02
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 1999/002092
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2000/014294
 (30) Priorité/Priority: 1998/09/04 (98/11100) FR

(51) Cl.Int.⁷/Int.Cl.⁷ C23C 14/04
 (72) Inventeurs/Inventors:
 COMBLE, PASCAL, FR;
 KELLER, GERHARD, FR;
 MOUHOT, FREDERIC, FR
 (73) Propriétaire/Owner:
 ESSILOR INTERNATIONAL - COMPAGNIE GENERALE
 D'OPTIQUE, FR
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCÉDE POUR LE DÉPÔT SOUS VIDE D'UN SUBSTRAT COURBE
 (54) Title: METHOD FOR VACUUM DEPOSIT ON A CURVED SUBSTRATE



(57) Abrégé/Abstract:

De manière connue en soi, il s'agit de provoquer le dépôt, sur le substrat courbé (10) à traiter, d'une couche de matériau en provenance d'une source de matériau (13) donnée. Suivant l'invention, on interpose, entre le substrat courbé (10) et la source de matériau (13), un cache (19) fixe par rapport au substrat courbé (10), en choisissant, préférentiellement, pour cache (19), un cache comportant une partie annulaire (20). Application, notamment, au traitement antireflet des verres de lunettes.

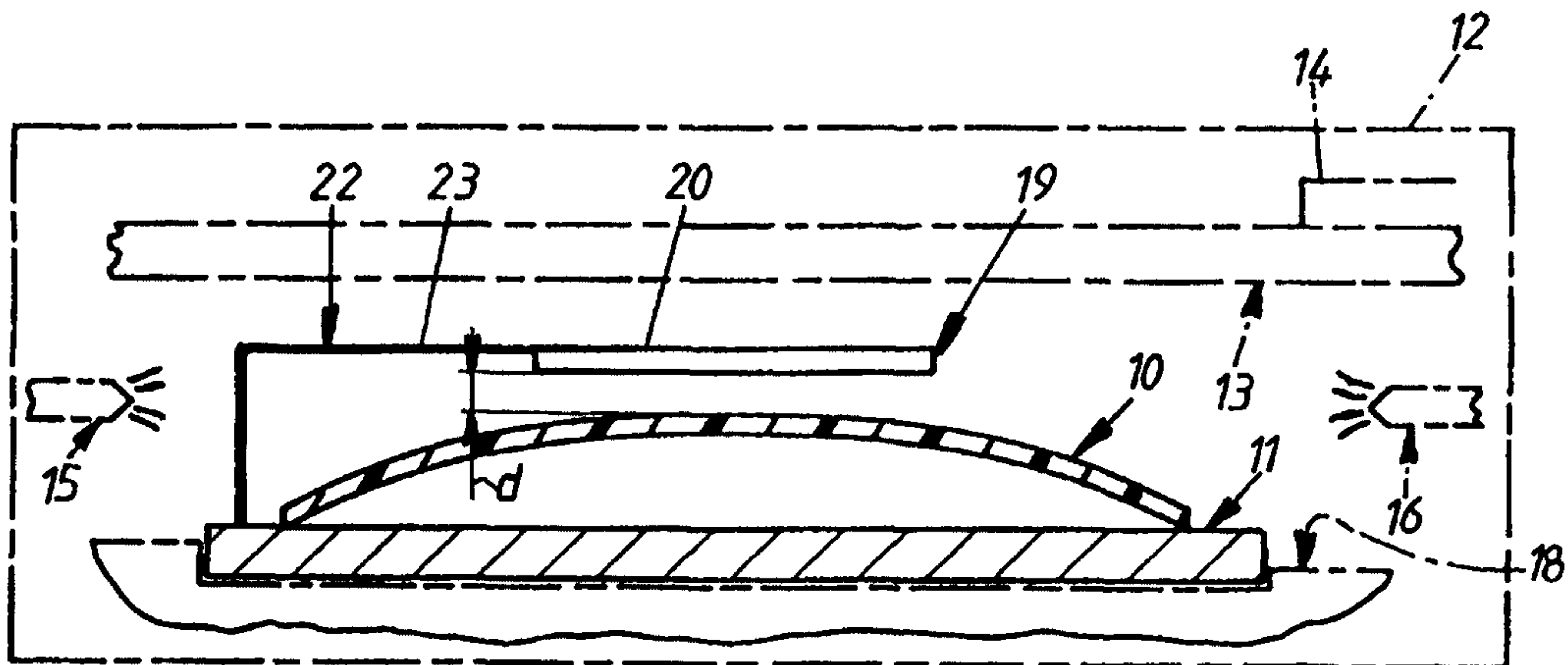
PCTORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE
Bureau international

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁷ : C23C 14/04	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 00/14294 (43) Date de publication internationale: 16 mars 2000 (16.03.00)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/02092</p> <p>(22) Date de dépôt international: 2 septembre 1999 (02.09.99)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 98/11100 4 septembre 1998 (04.09.98) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): ES-SILOR INTERNATIONAL - COMPAGNIE GENERALE D'OPTIQUE [FR/FR]; 147, rue de Paris, F-94220 Charenton Le Pont (FR).</p> <p>(72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): COMBLE, Pascal [FR/FR]; 113, avenue Ledru-Rollin, F-94170 Le Perreux-sur-Marne (FR). KELLER, Gerhard [FR/FR]; 37 bis, avenue Miss Cavell, F-94100 Saint Maur (FR). MOUHOT, Frédéric [FR/FR]; 5 rue Picard, F-77340 Pontault-Combault (FR).</p> <p>(74) Mandataire: CABINET BONNET-THIRION; 12, avenue de la Grande-Armée, F-75017 Paris (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, 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, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>	

(54) Title: METHOD FOR VACUUM DEPOSIT ON A CURVED SUBSTRATE

(54) Titre: PROCEDE POUR LE DEPOT SOUS VIDE D'UN SUBSTRAT COURBE



(57) Abstract

The invention concerns a method which consists in a process known per se in producing, on the curved substrate (10) to be treated, a film of material derived from a specific material source (13). The invention is characterised in that it consists in inserting, between the curved substrate (10) and the material source (13), a mask (19) relative to the curved substrate (10), preferably selecting as mask (19), a mask comprising a ring-shaped part (20). The invention is particularly useful for providing lenses with antiglare treatment.

(57) Abrégé

De manière connue en soi, il s'agit de provoquer le dépôt, sur le substrat courbé (10) à traiter, d'une couche de matériau en provenance d'une source de matériau (13) donnée. Suivant l'invention, on interpose, entre le substrat courbé (10) et la source de matériau (13), un cache (19) fixe par rapport au substrat courbé (10), en choisissant, préférentiellement, pour cache (19), un cache comportant une partie annulaire (20). Application, notamment, au traitement antireflet des verres de lunettes.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

PROCEDE POUR LE DEPOT SOUS VIDE D'UN SUBSTRAT COURBE

La présente invention concerne d'une manière générale le traitement sous vide d'un quelconque substrat du genre suivant lequel, conformément à une technique de pulvérisation cathodique communément appelée "sputtering", on provoque, globalement, dans une enceinte, le dépôt, sur ce substrat, d'une couche de matériau en provenance d'une source de matériau donnée, en soumettant par exemple cette source de matériau, qui sert alors de cathode, à un bombardement ionique approprié dont il résulte que des particules lui sont arrachées, et celles-ci viennent alors se déposer sur le substrat.

Elle vise plus particulièrement le cas où le substrat traité est un substrat courbé, voire même un substrat fortement courbé, comme cela est le cas, au moins, de certains verres de lunettes, et, en particulier, pour ceux de forte puissance.

Par substrat courbé, on entend, donc, ici, d'une manière plus générale, un substrat qui, à la manière d'un verre de lunettes, comporte, dans au moins un plan transversal, une courbure plus ou moins accentuée.

Ainsi qu'on le sait, il est usuel d'appliquer un traitement sous vide à certains verres de lunettes, pour leur conférer des propriétés particulières, et, par exemple, des propriétés antireflet.

L'un des problèmes à résoudre en la matière est d'assurer toute l'uniformité d'épaisseur souhaitable à la couche de matériau alors déposée.

Par épaisseur, on entend ici, et dans tout ce qui suit, l'épaisseur optique de la couche déposée, c'est-à-dire le produit de l'épaisseur physique de cette couche par l'indice de réfraction du matériau qui la constitue.

A défaut d'une bonne uniformité pour cette épaisseur, tout éventuel reflet résiduel risque de conduire à des irisations intempestives.

Or l'épaisseur de la couche de matériau déposée est inversement proportionnelle à la distance du verre de lunettes, ou, d'une manière plus

2

générale, du substrat traité, par rapport à la source de matériau correspondante.

Lorsque, comme en l'espèce, le substrat est courbé, cette distance est plus grande à sa périphérie qu'en son centre, et l'épaisseur du dépôt obtenu est donc plus petite à cette périphérie qu'à ce centre.

Cette différence d'épaisseur peut devenir sensible lorsque, pour des raisons pratiques, le substrat courbé est disposé à faible distance de la source de matériau, la différence de distance de sa périphérie et de son centre par rapport à cette source de matériau devenant alors importante du fait même de sa courbure.

Dans la pratique, cette différence d'épaisseur peut couramment atteindre 20 % selon les substrats et l'enceinte mise en oeuvre.

La présente invention a d'une manière générale pour objet une disposition permettant de manière très simple de réduire cette différence d'épaisseur.

De manière plus précise, elle a tout d'abord pour objet un procédé pour le traitement sous vide d'un quelconque substrat courbé, dans lequel un matériau en provenance d'une source de matériau donnée est pulvérisé et une couche dudit matériau est déposée sur ce substrat courbé, caractérisé en ce qu'on interpose, entre le substrat courbé et la source de matériau, à distance du substrat courbé, un cache fixe par rapport au substrat courbé et dont la projection sur un plan suivant une direction perpendiculaire à ce plan a une surface inférieure à 10% de la surface de la projection du substrat courbé sur ce même plan.

La présente invention a encore pour objet toute machine propre à la mise en oeuvre d'un tel procédé, comportant de préférence un support pour porter le substrat courbé, un cache comportant une partie angulaire et des moyens de fixation pour maintenir le cache à distance du substrat courbé.

Certes, il est déjà connu de mettre en oeuvre, pour des raisons diverses, un cache lors du traitement sous vide d'un substrat courbé, tel que cela est par exemple le cas dans le brevet américain No 5 225 057.

Mais, dans ce brevet américain No 5 225 057, le substrat courbé traité est entraîné en rotation sur lui-même, en sorte que le cache n'est pas fixe par rapport à lui.

En outre, ce cache n'est mis en oeuvre que pour limiter l'angle d'ouverture du faisceau par lequel se fait le dépôt recherché, sans qu'il en soit prévu une quelconque incidence sur l'épaisseur même de la couche de matériau obtenue au terme de ce dépôt.

Certes, également, il est déjà connu, notamment par le brevet américain No 5 389 397, de mettre en oeuvre, lors du traitement sous vide d'un substrat, un cache fixe par rapport à ce substrat.

Mais, dans ce brevet américain No 5 389 397, les substrats traités sont plats.

Eu égard aux particularités de dépôt intervenant lorsque le substrat est un substrat courbé, il n'était pas possible de penser a priori qu'un cache fixe pouvait également convenir pour un tel substrat courbé.

En outre, dans ce brevet américain No 5 389 397, le cache mis en oeuvre est plein.

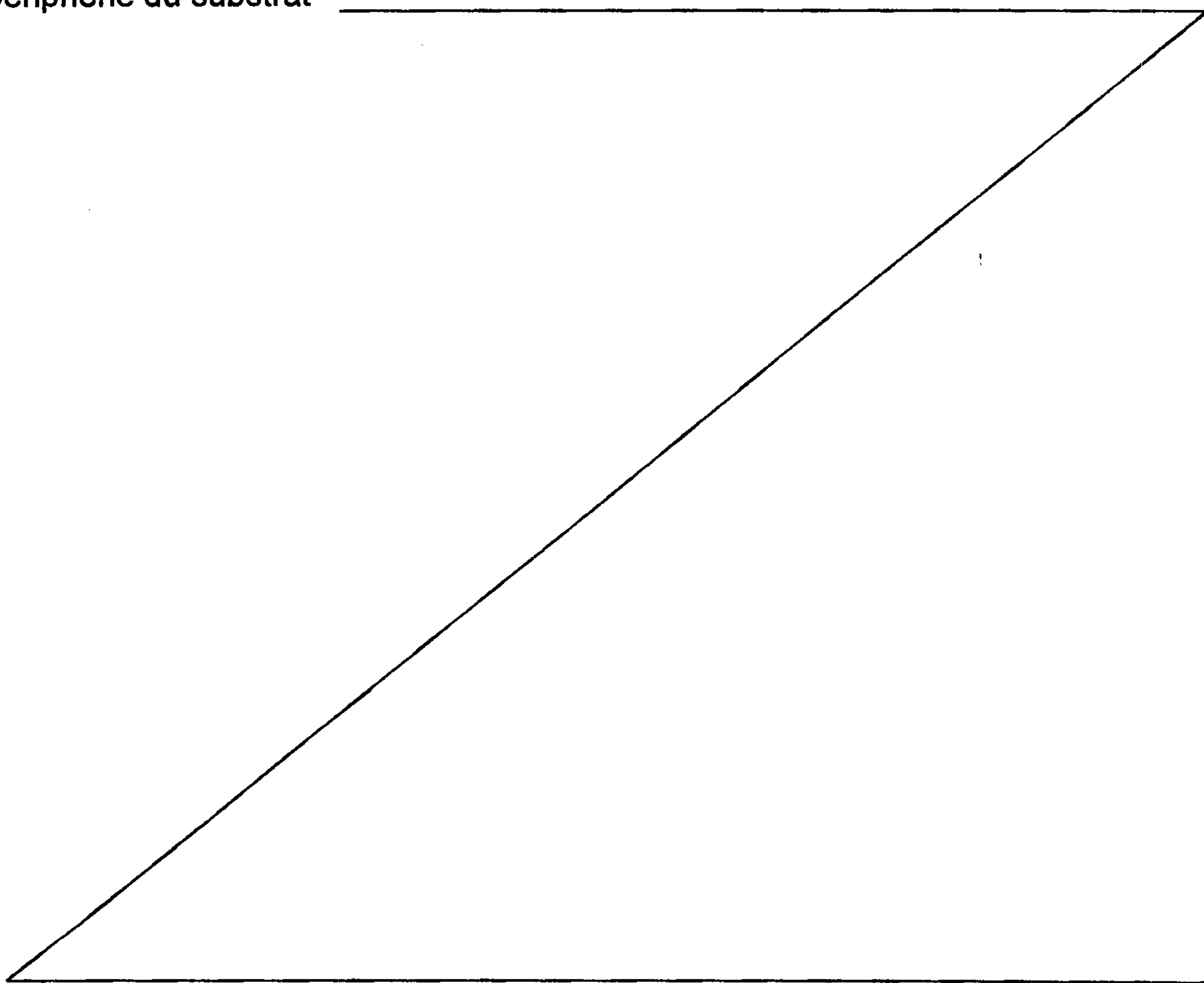
Or, de manière assez surprenante, il s'avère que, avec le cache suivant un mode de réalisation préféré de l'invention, des résultats significatifs sont obtenus lorsque ce cache comporte une partie annulaire.

Sans qu'il y ait une certitude à ce sujet, on peut penser, par exemple, que, aux pressions de travail mises en oeuvre, qui sont en général supérieures à 0,1 Pa, le libre parcours moyen des particules de dépôt en jeu étant de l'ordre de quelques millimètres, ces particules de dépôt sont l'objet de

3a

réflexions multiples avec les atomes du gaz plasmogène, que, du fait de ces réflexions multiples, ainsi que du fait de la configuration de l'enceinte mise en oeuvre, il se crée normalement un flux de particules plus important en direction du centre du substrat qu'en direction de sa périphérie, et que, avec l'interposition d'un cache suivant l'invention, et, plus particulièrement, d'un cache comportant une partie annulaire, entre la source de matériau et le substrat, ce flux de particules est probablement moins directionnel, ce flux étant alors au moins partiellement limité au centre du substrat, là où, en l'absence d'un tel cache, on observe usuellement un surplus de matériau déposé.

Quoi qu'il en soit, il est observé, et les essais le confirment, que, avec un cache présentant suivant un mode de réalisation préféré de l'invention une partie annulaire, la différence d'épaisseur relevée, pour le dépôt obtenu, entre la périphérie du substrat



courbé traité et le centre de celui-ci, au lieu d'être de l'ordre de 20 %, peut, avantageusement, être abaissée, les autres conditions étant égales par ailleurs, à moins de 15 %, voire, même, à moins de 10 %.

5 Des résultats encore plus satisfaisants peuvent être observés lorsque, suivant un développement de l'invention, le cache mis en oeuvre comporte, à l'intérieur de sa partie annulaire, au moins un croisillon qui relie l'une à l'autre deux zones de cette partie annulaire, par exemple suivant un diamètre de celle-ci, avec, éventuellement, dans ce cas, suivant un développement
10 complémentaire de l'invention, à l'extérieur de la partie annulaire, à chacune des extrémités d'un tel croisillon, un bras qui s'étend radialement par rapport à la partie annulaire, dans le prolongement de ce croisillon.

Dans un tel cas, la différence d'épaisseur observée entre la périphérie du substrat courbé traité et le centre de celui-ci peut, avantageusement, être
15 baissée, les autres conditions étant égales par ailleurs, à moins de 5 %.

15 Dans tous les cas, les résultats obtenus avec un cache suivant l'invention sont d'autant plus surprenants que, dans la pratique, ce cache peut avantageusement avoir, par rapport au substrat courbé traité, une extension relativement réduite, ce qui, si désiré, permet de limiter l'encombrement de l'ensemble à celui du seul substrat courbé, et ce qui permet, corollairement,
20 d'éviter d'éventuelles difficultés d'ombrage.

En particulier, des résultats particulièrement favorables peuvent être obtenus avec un cache dont la projection sur un plan suivant une direction perpendiculaire à ce plan a une surface inférieure à 10 %, voire à 5 %, de la surface de la projection du substrat courbé sur ce même plan.

25 Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs de la description qui va suivre, à titre d'exemple, en référence aux dessins schématiques annexés sur lesquels :

la figure 1 est une vue en perspective d'un substrat courbé à traiter, représenté en place sur un support, avec le cache qui lui est associé suivant
30 l'invention ;

la figure 2 est une vue en coupe axiale de l'ensemble, suivant la ligne II-II de la figure 1 ;

la figure 3 est, reprise de la figure 1, mais à échelle différente, une vue en perspective du cache suivant l'invention, représenté isolément ;

la figure 4 est, à échelle supérieure, une vue partielle en coupe axiale de ce cache, suivant la ligne IV-IV de la figure 4 ;

5 la figure 5 est une vue partielle en perspective analogue à celle de la figure 3, pour une variante de réalisation ;

la figure 6 est, elle aussi, une vue en perspective analogue à celle de la figure 3, pour une autre variante de réalisation ;

10 la figure 7 est, à échelle supérieure, une vue partielle en coupe axiale de cette autre variante de réalisation, suivant la ligne VII-VII de la figure 6 ;

les figures 8, 9 et 10 sont des vues en perspective qui, elles aussi, analogues à celle de la figure 3, se rapportent, chacune respectivement, à d'autres variantes de réalisation du cache suivant l'invention.

15 Ces figures illustrent, à titre d'exemple, l'application de l'invention au cas où le substrat courbé 10 à traiter est un verre de lunettes, ou, plus précisément, un palet, de contour circulaire, dans lequel est ensuite détourné un tel verre de lunettes.

Soit D_1 le diamètre de ce substrat courbé 10 le long de son contour.

Ce diamètre D_1 est le plus souvent compris entre 65 mm et 80 mm.

20 Dans la forme de mise en oeuvre représentée, le substrat courbé 10 est, à titre d'exemple, concavo-convexe.

Lorsqu'un traitement sous vide doit lui être appliqué, un tel substrat courbé 10 est usuellement porté, par sa périphérie, par un support 11 approprié à son maintien.

25 Ce support 11 étant bien connu par lui-même, et ne relevant pas, en propre, de la présente invention, il ne sera pas décrit ici.

C'est en outre, par simple commodité, que, sur les figures 1 et 2, il se présente sous la forme d'un disque plat de contour circulaire.

30 En réalité, ce support 11 peut relever de configurations très diverses, voire, même, être ajouré.

Quoi qu'il en soit, pour le traitement sous vide recherché, et de manière connue en soi, on provoque le dépôt, sur le substrat courbé 10 ainsi porté par

un support 11, dans une enceinte 12 schématisée en traits interrompus sur la figure 2, d'une couche de matériau en provenance d'une source de matériau 13 appropriée, elle-même schématisée en traits interrompus sur cette figure 2.

5 Une machine utilisée par exemple dans ce but est commercialisée par la Société APPLIED VISION Ltd, sous le nom commercial PLASMACOAT AR.10 (TM).

Cette machine est également décrite dans la demande de brevet internationale No WO-A-92 13114.

10 Par exemple, et tel que schématisé en 14 sur la figure 2, la source de matériau 13 est mise à un potentiel négatif, pour former une cathode, et on introduit, dans l'enceinte 12, d'une part, par exemple par une buse 15, un gaz inerte, par exemple de l'argon, et, d'autre part, par exemple par une buse 16, un gaz actif, par exemple de l'oxygène.

15 D'une manière générale, on met en oeuvre une pression de gaz supérieure à 0,1 Pa.

De préférence, cette pression de gaz est comprise entre 0,2 Pa et 2 Pa.

20 Corollairement, le support 11 est, le plus souvent, et tel que représenté, un support individuel, et, avec d'autres supports 11 de même type portant chacun un substrat courbé 10 à traiter, il est rapporté, tel que schématisé en traits interrompus sur la figure 2, sur un support collectif 18, par exemple en forme de plaque, monté rotatif dans l'enceinte 12.

En variante, le support 11 peut tout aussi bien défiler linéairement sous la source de matériau 13

25 Quoi qu'il en soit, le gaz inerte introduit par la buse 15 s'ionise à son entrée dans l'enceinte 12, en y formant en quelque sorte un plasma, et les ions positifs dont il est ainsi à l'origine viennent bombarder la source de matériau 13, qui forme cible, et ils arrachent ainsi à cette source de matériau 13 des particules qui, tout en se combinant avec le gaz actif introduit par la buse 16, viennent se déposer sur le substrat courbé 10, en formant à la surface de celui-ci la couche de matériau recherchée.

30 Les dispositions qui précèdent sont bien connues par elles-mêmes, et elles ne seront donc pas décrites plus en détail ici.

Suivant l'invention, on interpose, entre le substrat courbé 10 et la source de matériau 13, un cache 19 fixe par rapport au substrat courbé 10.

Préférentiellement, et tel que représenté, on choisit pour cache 19 un cache comportant une partie annulaire 20.

5 En pratique, cette partie annulaire 20 a un contour circulaire.

Par exemple, et tel que représenté, on choisit pour cache 19 un cache dont la partie annulaire 20 a, extérieurement, un diamètre D_2 inférieur à deux fois le diamètre D_1 du substrat courbé 10.

10 Plus précisément, on choisit préférentiellement pour cache 19 un cache dont la partie annulaire 20 a, extérieurement, un diamètre D_2 compris entre le quart du diamètre D_1 du substrat courbé 10 et deux fois ce diamètre D_1 .

15 Il est possible, d'ailleurs, d'indiquer, à ce sujet, à titre d'exemple numérique, mais sans qu'il puisse en résulter une quelconque limitation de l'invention, que, avec un substrat courbé 10 dont le diamètre D_1 est de l'ordre de 65 mm, dont la puissance est de 6 dioptries, et dont le rayon de la face avant convexe est de 62,13 mm, des résultats satisfaisants ont été obtenus avec un cache 19 dont la partie annulaire 20 a, extérieurement, un diamètre D_2 compris entre 20 mm et 130 mm.

20 Quoi qu'il en soit, le substrat courbé 10 étant porté, comme indiqué ci-dessus, par un support 11, on fixe, par exemple, le cache 19 à ce support 11.

Dans la forme de réalisation représentée, le cache 19 est, en pratique, rapporté sur le support 11 par une potence 22, et il s'étend en porte à faux à compter de l'extrémité de la traverse 23 de cette potence 22.

25 Bien entendu, on fait préférentiellement en sorte que cette potence 22 soit aussi petite que possible, afin de minimiser l'ombrage dont elle peut être à l'origine lors du dépôt de matériau sur le substrat courbé 10.

30 Quoi qu'il en soit, et tel que représenté, on dispose préférentiellement le cache 19 à distance du substrat courbé 10, sensiblement parallèlement à celui-ci.

Soit d cette distance, mesurée entre le cache 19, au bas de celui-ci, et le point le plus haut du substrat courbé 10, comme relevé sur la figure 2.

Par exemple, cette distance d est inférieure à deux fois le diamètre D_1 du substrat courbé 10.

Préférentiellement, elle est comprise entre le dixième du diamètre D_1 du substrat courbé 10 et la moitié de ce diamètre D_1 .

5 Il est possible, d'ailleurs, d'indiquer à ce sujet, à titre d'exemple non limitatif, et dans les mêmes conditions que ci-dessus, que des résultats satisfaisants ont été obtenus avec une distance d entre le cache 19 et le substrat courbé 10 inférieure à 130 mm et préférentiellement comprise entre 7 mm et 30 mm.

10 Dans les formes de réalisation représentées sur les figures 1 à 5, le cache 19 se réduit à sa partie annulaire 20.

Par exemple, et tel que représenté, la section transversale de cette partie annulaire 20 est globalement rectangulaire.

15 Soit H sa hauteur, mesurée suivant l'axe du substrat courbé 10, et, donc, perpendiculairement au support 11 portant celui-ci, et soit E son épaisseur radiale, mesurée parallèlement à ce support 11.

Préférentiellement, et cela est le cas dans les formes de réalisation représentées, la partie annulaire 20 du cache 19 a, en section transversale, une hauteur H supérieure à son épaisseur radiale E .

20 Par exemple, cette hauteur H est inférieure à 15 mm.

Préférentiellement, elle est comprise entre 1 mm et 15 mm.

Il est possible, d'ailleurs, d'indiquer, à ce sujet, à titre d'exemple non limitatif, et dans les mêmes conditions que ci-dessus, que des résultats satisfaisants ont été obtenus avec une hauteur H comprise entre 1 mm et 10 mm.

25 De même, des résultats satisfaisants ont été obtenus avec une épaisseur radiale E inférieure à 2 mm.

Par exemple, cette épaisseur radiale E est inférieure à 1 mm.

30 Il est possible, d'ailleurs, d'indiquer à ce sujet, à titre d'exemple non limitatif, et dans les mêmes conditions que ci-dessus, que des résultats satisfaisants ont été obtenus avec une épaisseur radiale E de l'ordre de 0,1 mm.

Il apparaît, par ailleurs, que, pour l'obtention de résultats satisfaisants, il est souhaitable de tenir compte du diamètre D_1 du substrat courbé 10 à traiter dans le choix du diamètre D_2 de la partie annulaire 20 du cache 19 mis en oeuvre.

- 5 Suivant l'invention, on fait en sorte de respecter, pour ce faire, l'une au moins des formules suivantes, et, préférentiellement, chacune de celles-ci :

$$d + H = A \cdot \frac{D_2}{2} \quad (I)$$

$$d = B \cdot \frac{D_2}{2} \quad (II)$$

$$D_1 = C \cdot D_2 \quad (III)$$

- 10 dans lesquelles, d , H , D_1 et D_2 sont les paramètres déjà précisés ci-dessus, et dans lesquels :

A est un coefficient compris entre 0,8 et 1, en étant par exemple de l'ordre de 0,92

- 15 B est un coefficient compris entre 0,7 et 0,9, en étant par exemple de l'ordre de 0,77

et C est un coefficient compris entre 2 et 3, en étant par exemple de l'ordre de 2,5.

- 20 Dans la forme de réalisation représentée sur la figure 5, la hauteur H a une valeur double de la valeur qui est la sienne dans la forme de réalisation représentée sur la figure 3.

Dans les formes de réalisation représentées sur les figures 6 à 10, le cache 19 comporte, à l'intérieur de sa partie annulaire 20, au moins un croisillon 24 qui relie l'une à l'autre deux zones de cette partie annulaire 20.

- 25 Par exemple, et tel que représenté sur les figures 6 à 8, un seul croisillon 24 est prévu, et ce croisillon 24 s'étend suivant un diamètre de la partie annulaire 20.

En outre, dans ces formes de réalisation, la section transversale de ce croisillon 24 est globalement rectangulaire, et elle s'étend sensiblement parallèlement à celle de la partie annulaire 20.

Dans les formes de réalisation représentées sur les figures 6 à 8, le croisillon 24 a, lui-même, en section transversale, une hauteur H' égale à la hauteur H de la partie annulaire 20, et une épaisseur radiale E' égale à l'épaisseur radiale E de cette partie annulaire 20.

5 Il s'étend donc à niveau avec la partie annulaire 20, tant du côté d'une des tranches de celle-ci que du côté de l'autre de ces tranches.

10 Mais, bien entendu, le croisillon 24 peut, en variante, avoir, en section transversale une hauteur H' différente de la hauteur H de la partie annulaire 20, et/ou une épaisseur radiale E' différente de l'épaisseur radiale E de cette partie annulaire 20.

Cela est le cas, à titre d'exemple, au moins pour la hauteur H' , dans les formes de réalisation représentées sur les figures 9 et 10, dans lesquelles, par ailleurs, le cache 19 suivant l'invention comporte au moins deux croisillons 24.

15 Par exemple, et tel que représenté, seuls deux croisillons 24 sont ainsi prévus, et ils sont perpendiculaires l'un à l'autre, en s'étendant en pratique chacun suivant un diamètre de la partie annulaire 20.

Par exemple, ces deux croisillons 24 ont chacun une constitution analogue à celle du croisillon 24 précédent.

20 Mais, dans les formes de réalisation représentées, leur hauteur H' est égale à la moitié de la hauteur H de la partie annulaire 20.

Par exemple, et tel que représenté, ils s'étendent à mi-hauteur sur cette partie annulaire 20.

25 Dans la forme de réalisation représentée sur la figure 10, enfin, le cache 19 comporte, à l'extérieur de sa partie annulaire 20, au moins un bras 25, qui s'étend radialement par rapport à cette partie annulaire 20, en porte à faux à compter de celle-ci.

En pratique, ce bras 25 a une structure analogue à celle des croisillons 24, et il s'étend dans le prolongement d'un tel croisillon 24.

30 En pratique, également, il y a un bras 25 à chacune des extrémités d'un croisillon 24, et, pour l'un et l'autre des croisillons 24, les divers bras 25 ainsi mis en oeuvre ont une même longueur.

Il est possible d'indiquer, à ce sujet, à titre d'exemple non limitatif, et dans les mêmes conditions que ci-dessus, que des résultats satisfaisants ont été obtenus avec des bras 25 ayant une longueur L égale à 10 mm.

5 A la figure 6, la hauteur H de la partie annulaire 20 du cache 19 est égale à celle de la forme de réalisation de la figure 3.

Par contre, sur les figures 8 à 10, cette hauteur H a une valeur égale à celle de la forme de réalisation représentée sur la figure 5.

Mais, dans l'un et l'autre cas, cette hauteur H peut être différente.

10 En outre, suivant une variante de réalisation non représentée, cette hauteur H de la partie annulaire 20 du cache 19 varie suivant le pourtour de celui-ci, en s'étendant, par exemple, entre 2 mm et 15 mm, pour tenir compte du mouvement relatif intervenant entre ce cache 19 et la source de matériau 13.

15 Dans tous les cas, du fait même de la structure du cache 19 suivant l'invention, l'ombre portée de celui-ci sur le substrat courbé 10 traité est avantageusement particulièrement faible.

20 Plus précisément, on choisit, à cet égard, suivant l'invention, pour cache 19, un cache dont la projection sur un plan suivant une direction perpendiculairement à ce plan a une surface inférieure à 10 % de la surface de la projection du substrat courbé 10 sur ce même plan dans les mêmes conditions, le plan de projection ainsi pris en compte étant par exemple celui du support 11 sur lequel repose le substrat courbé 10 traité.

25 Plus précisément, encore, on choisit, préférentiellement, pour cache 19 suivant l'invention, un cache dont la projection, dans les conditions indiquées ci-dessus, a une surface inférieure à 5 % de la surface de la projection du substrat courbé 10.

Dans tous les cas, également, et pour autant qu'on puisse l'affirmer, le matériau constitutif du cache 19 suivant l'invention semble sans incidence sur les résultats obtenus.

30 Ce matériau peut donc être divers.

Par exemple, il peut s'agir aussi bien de papier que d'acier inoxydable.

Le tableau ci-après résume, figure par figure, les résultats obtenus avec les diverses formes de réalisation succinctement décrites ci-dessus.

5 Dans ce tableau, Δ donne, en pour-cent, la différence d'épaisseur observée pour le dépôt obtenu au cours d'un traitement donné entre la périphérie du substrat courbé 10 et le centre de celui-ci.

	D ₁ mm	D ₂ mm	H mm	E mm	Δ %
Figures 3, 4	65	26	1	0,1	14
Figure 5	65	26	2	0,1	12
Figures 6, 7	65	26	1	0,1	13
Figure 8	65	26	2	0,1	7
Figure 9	65	26	2	0,1	3,7
Figure 10	65	26	2	0,1	3,4

Bien entendu, la présente invention ne se limite pas aux formes de réalisation décrites et représentées, mais englobe toute variante d'exécution et/ou de mise en oeuvre.

10 En particulier, le contour de la partie annulaire du cache mis en oeuvre n'est pas nécessairement circulaire.

Par exemple, ce contour pourrait être elliptique.

Il pourrait même avoir une forme plus complexe, en étant par exemple en spirale.

15 En outre, il est possible d'intervenir sur la pression des gaz à l'intérieur de l'enceinte mise en oeuvre.

Par exemple, en élevant cette pression, il est possible d'inverser la différence d'épaisseur observée, l'épaisseur du dépôt obtenu étant alors plus faible au centre du substrat courbé traité qu'à la périphérie de celui-ci.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour le traitement sous vide d'un quelconque substrat courbé, dans lequel un matériau en provenance d'une source de matériau (13) donnée est pulvérisé et une couche dudit matériau est déposée sur ce substrat courbé, caractérisé en ce qu'on interpose, entre le substrat courbé (10) et la source de matériau (13), à distance du substrat courbé (10), un cache (19) fixe par rapport au substrat courbé (10) et dont la projection sur un plan suivant une direction perpendiculaire à ce plan a une surface inférieure à 10% de la surface de la projection du substrat courbé (10) sur ce même plan.
- 10 2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on choisit pour cache (19) un cache dont la projection a une surface inférieure à 5% de la surface de la projection du substrat courbé (10).
3. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'on choisit pour cache (19) un cache comportant une partie annulaire (20).
4. Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en ce que, le substrat courbé (10) ayant lui-même un contour circulaire, on choisit pour cache (19) un cache dont la partie annulaire (20) a un diamètre (D_2) inférieur à deux fois le diamètre (D_1) du substrat courbé (10).
- 20 5. Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce qu'on choisit pour cache (19) un cache dont la partie annulaire (20) a un diamètre (D_2) compris entre le quart du diamètre (D_1) du substrat courbé (10) et deux fois ce diamètre (D_1).
6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on dispose le cache (19) à une distance (d) du substrat courbé (10), sensiblement parallèlement à celui-ci.

7. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce qu'on dispose le cache (19) à une distance (d) du substrat courbé (10) inférieure à deux fois le diamètre (D_1) de celui-ci.

8. Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce qu'on dispose le cache (19) à une distance (d) du substrat courbé (10) compris entre le dixième du diamètre (D_1) de celui-ci et la moitié de ce diamètre (D_1).

9. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que, le substrat courbé (10) étant porté par un support (11), on fixe le cache (19) à ce support (11).

10 10. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'on met en œuvre une pression de gaz supérieure à 0,1 Pa.

11. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'on fait en sorte de respecter l'une au moins des formules suivantes:

$$d + H = A \cdot \frac{D_2}{2} \quad (I)$$

$$d = B \cdot \frac{D_2}{2} \quad (II)$$

$$D_1 = C \cdot D_2 \quad (III)$$

20 dans lesquelles :

d est la distance entre le cache (19) et le point le plus haut du substrat courbé (10) traité

H est la hauteur de la partie annulaire (20) du cache (19)

D_1 est le diamètre du substrat courbé (10)

D_2 est le diamètre de la partie annulaire (20) du cache (19)

A est un coefficient compris entre 0,8 et 1, en étant par exemple de l'ordre de 0,92

B est un coefficient compris entre 0,7 et 0,9, en étant par exemple de l'ordre de 0,77

et C est un coefficient compris entre 2 et 3, en étant par exemple de l'ordre de 2,5.

12. Machine pour le traitement sous vide d'un substrat courbé, utilisée pour la mise en œuvre d'un procédé conforme à l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisé en ce qu'il comporte un support pour porter le substrat courbé, un cache comportant une partie annulaire et des moyens de fixation pour maintenir le cache à distance du substrat courbé.

13. Machine suivant la revendication 12, caractérisée en ce que les moyens de fixation comportent une potence (22) présentant une traverse à compter d'une extrémité de laquelle le cache s'étend.

14. Machine suivant la revendication 13, caractérisée en ce que sa partie annulaire (20) a, en section transversale, une hauteur (H) supérieure à son épaisseur radiale (E).

15. Machine suivant la revendication 14, caractérisée en ce que la hauteur (H) de la partie annulaire (20) du cache (19) est inférieure à 15 mm.

16. Machine suivant l'une quelconque des revendications 14 à 15, caractérisée en ce que la hauteur (H) de la partie annulaire (20) du cache (19) varie suivant son pourtour.

17. Machine suivant la revendication 16, caractérisée en ce que la hauteur (H) de la partie annulaire du cache s'étend entre 2 mm et 15 mm.

18. Machine suivant l'une quelconque des revendications 13 à 17, caractérisée en ce que la section transversale de sa partie annulaire (20) est globalement rectangulaire.

19. Machine suivant l'une quelconque des revendications 13 à 18, caractérisée en ce que le cache se réduit à sa partie annulaire (20).

20. Machine suivant l'une quelconque des revendications 13 à 18, caractérisée en ce que le cache comporte, à l'intérieur de sa partie annulaire (20), au moins un croisillon (24) qui relie l'une à l'autre deux zones de cette partie annulaire (20).

21. Machine suivant la revendication 20, caractérisée en ce que le croisillon (24) s'étend suivant un diamètre de la partie annulaire (20).

10 22. Machine suivant la revendication 18, caractérisée en ce que le cache comporte, à l'intérieur de sa partie annulaire, au moins un croisillon qui relie l'une à l'autre deux zones de cette partie annulaire, et en ce que la section transversale du croisillon (24) est globalement rectangulaire, et elle s'étend sensiblement parallèlement à celle de la partie annulaire (20).

23. Machine suivant l'une quelconque des revendications 20 à 22, caractérisée en ce que le cache comporte au moins deux croisillons (24).

24. Machine suivant la revendication 23, caractérisée en ce que les deux croisillons (24) sont perpendiculaire l'un à l'autre.

20 25. Machine suivant l'une quelconque des revendications 13 à 24, caractérisée en ce que le cache comporte, à l'extérieur de sa partie annulaire (20), au moins un bras (25), qui s'étend radialement par rapport à cette partie annulaire (20), en porte à faux à compter de celle-ci.

26. Machine suivant la revendication 20, caractérisée en ce que le cache comporte, à l'extérieur de sa partie annulaire, au moins un bras, qui s'étend radialement par rapport à cette partie annulaire, en porte à faux à compter de celle-ci, et caractérisé en ce que le bras (25) s'étend dans le prolongement d'un croisillon (24).

27. Cache suivant la revendication 26, caractérisé en ce que le bras (25) a une structure analogue à celle du croisillon (24).

28. Cache suivant l'une quelconque des revendications 26 et 27, caractérisé en ce qu'il y a un bras (25) à chacune des extrémités d'un croisillon (24).

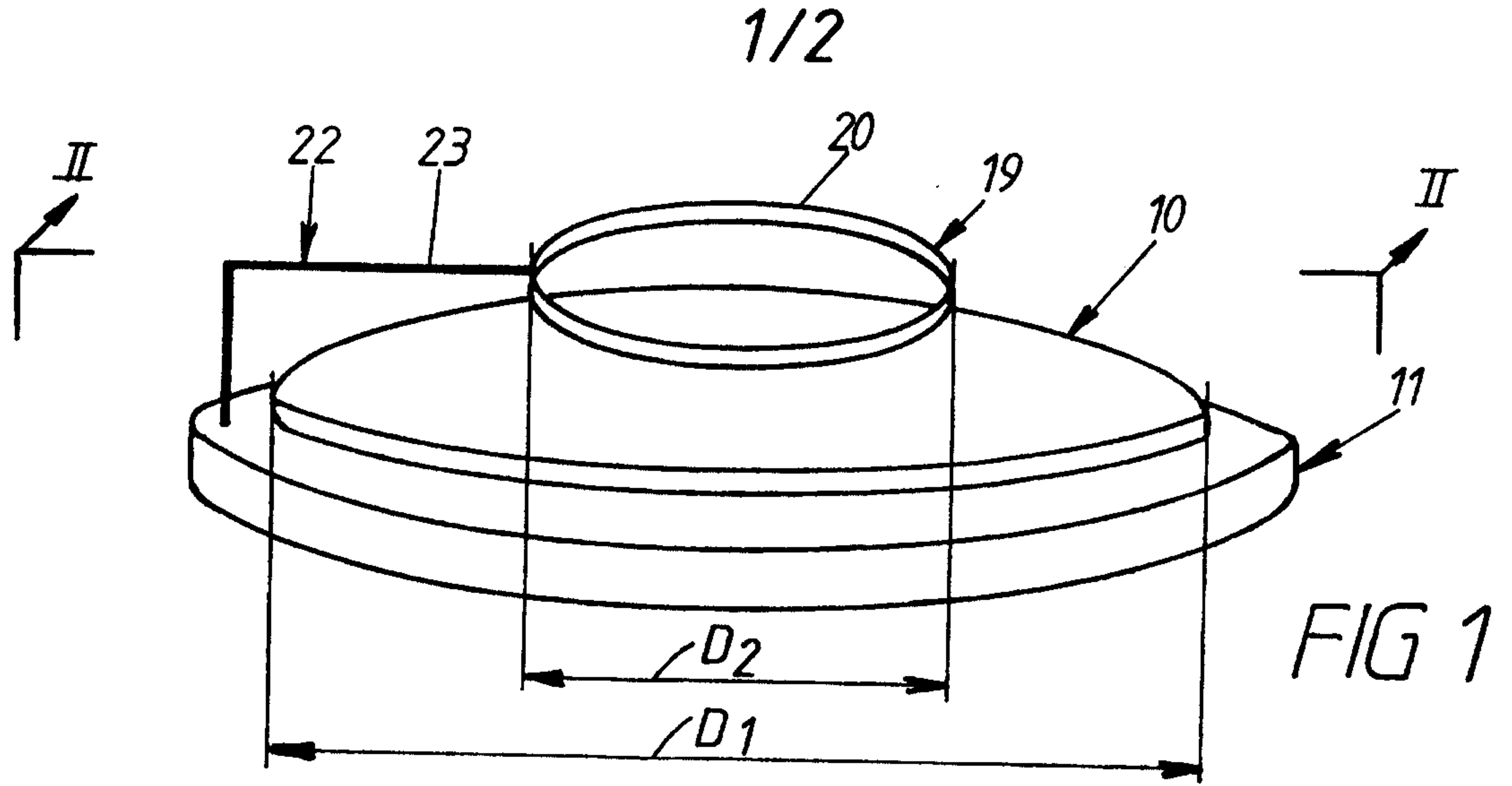
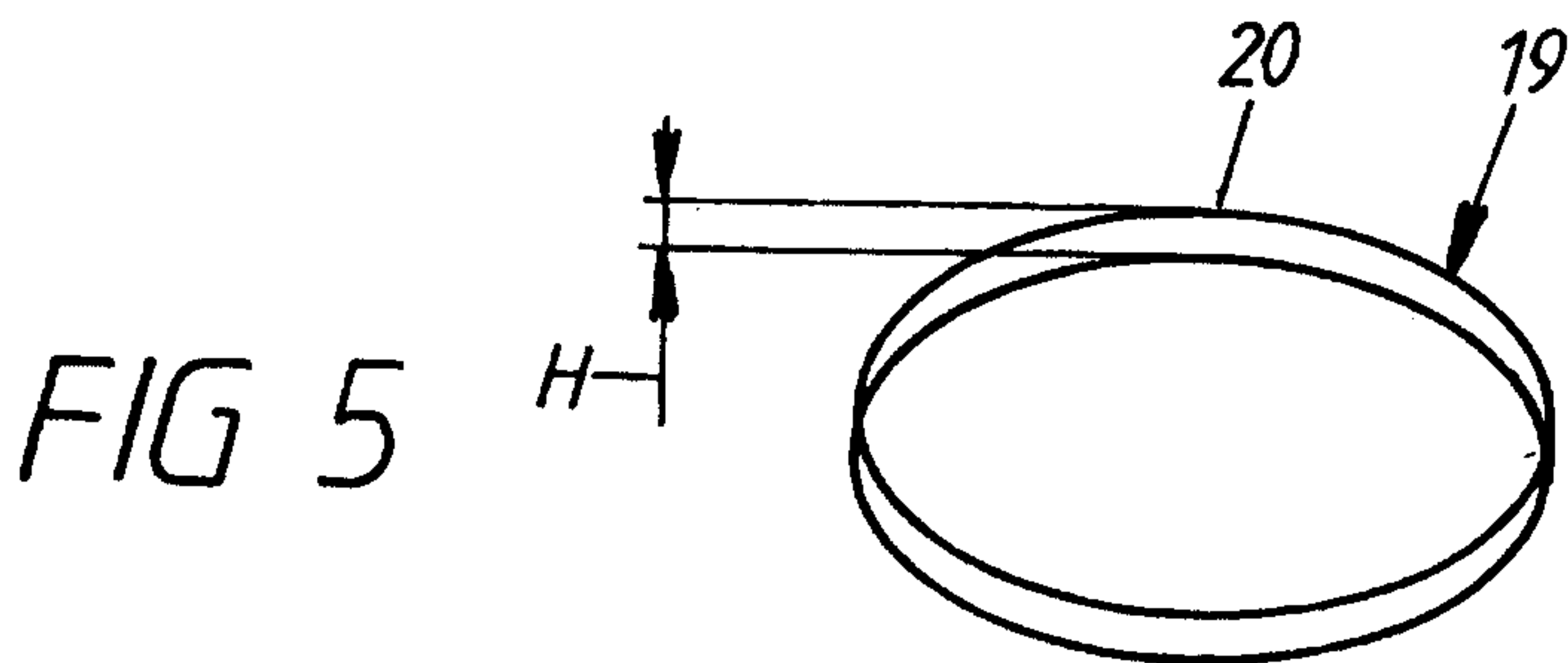
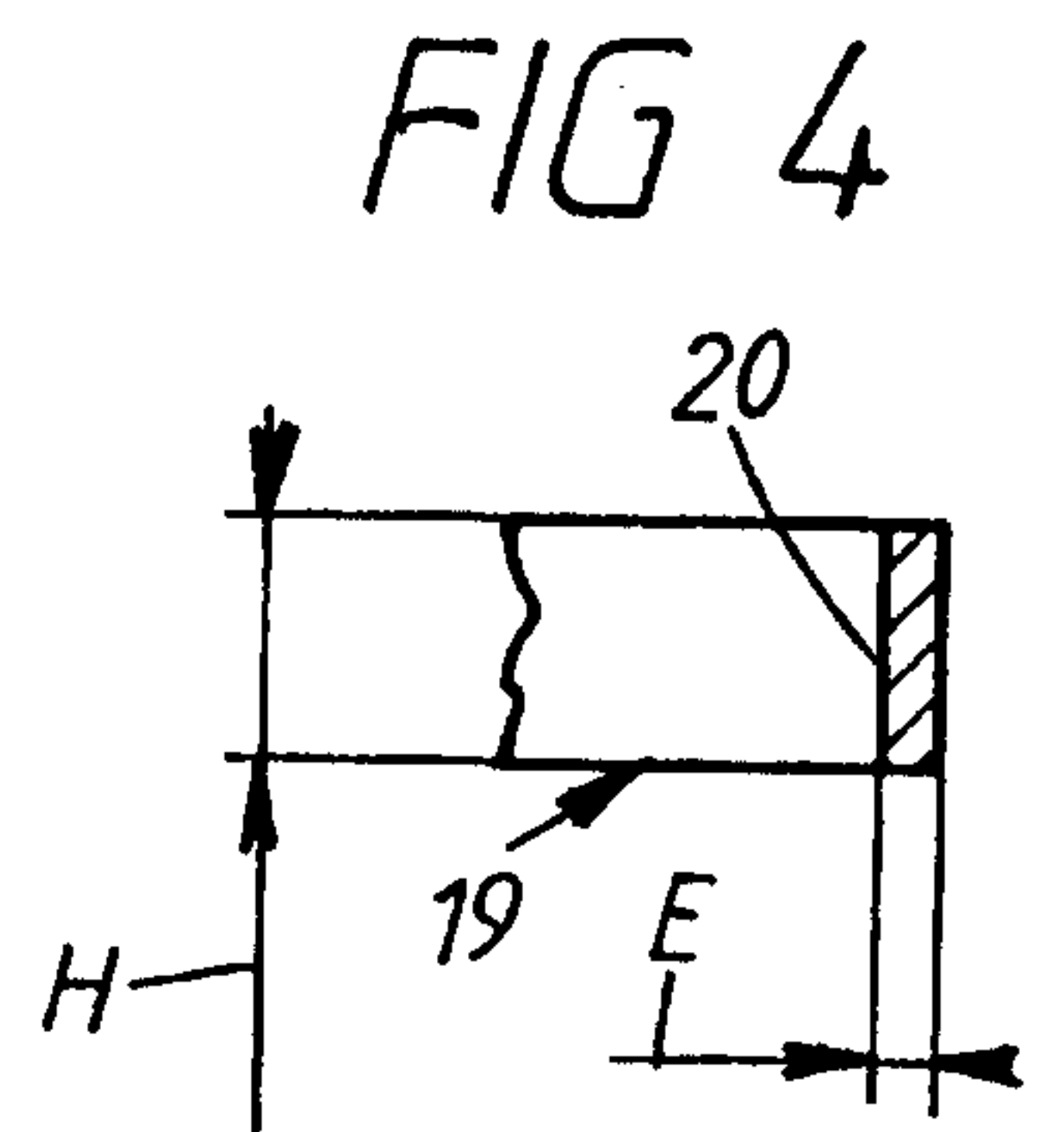
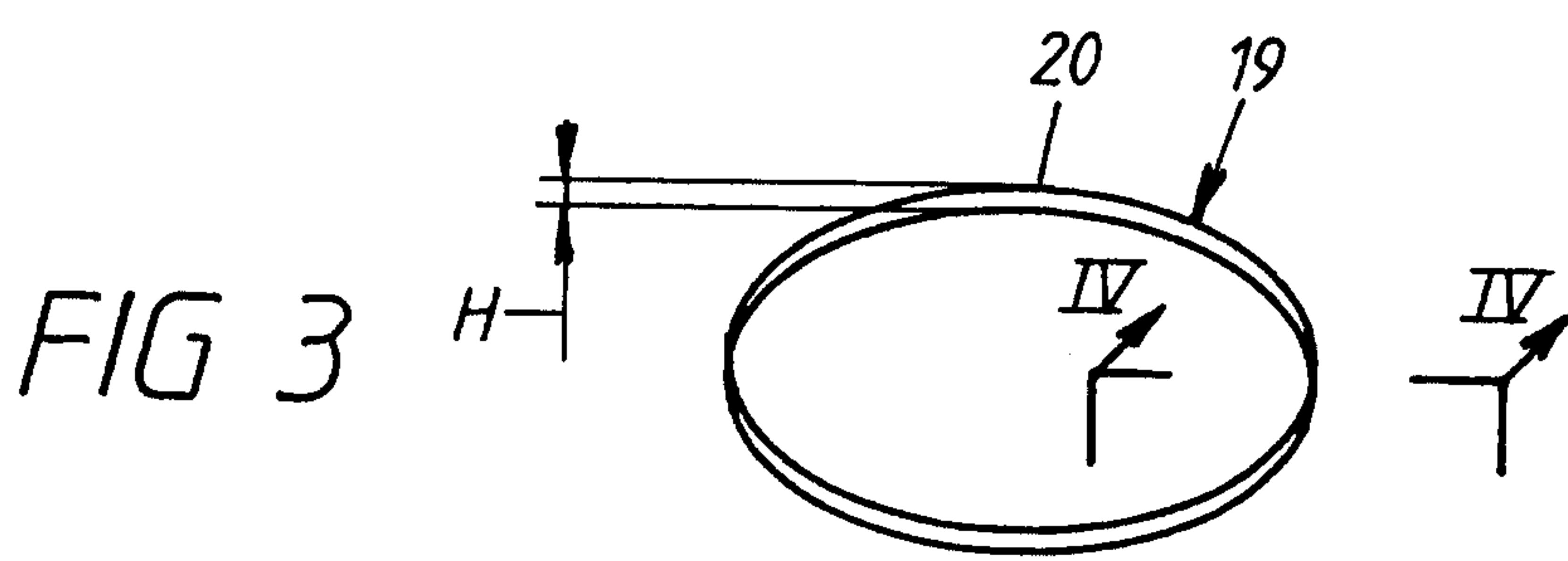
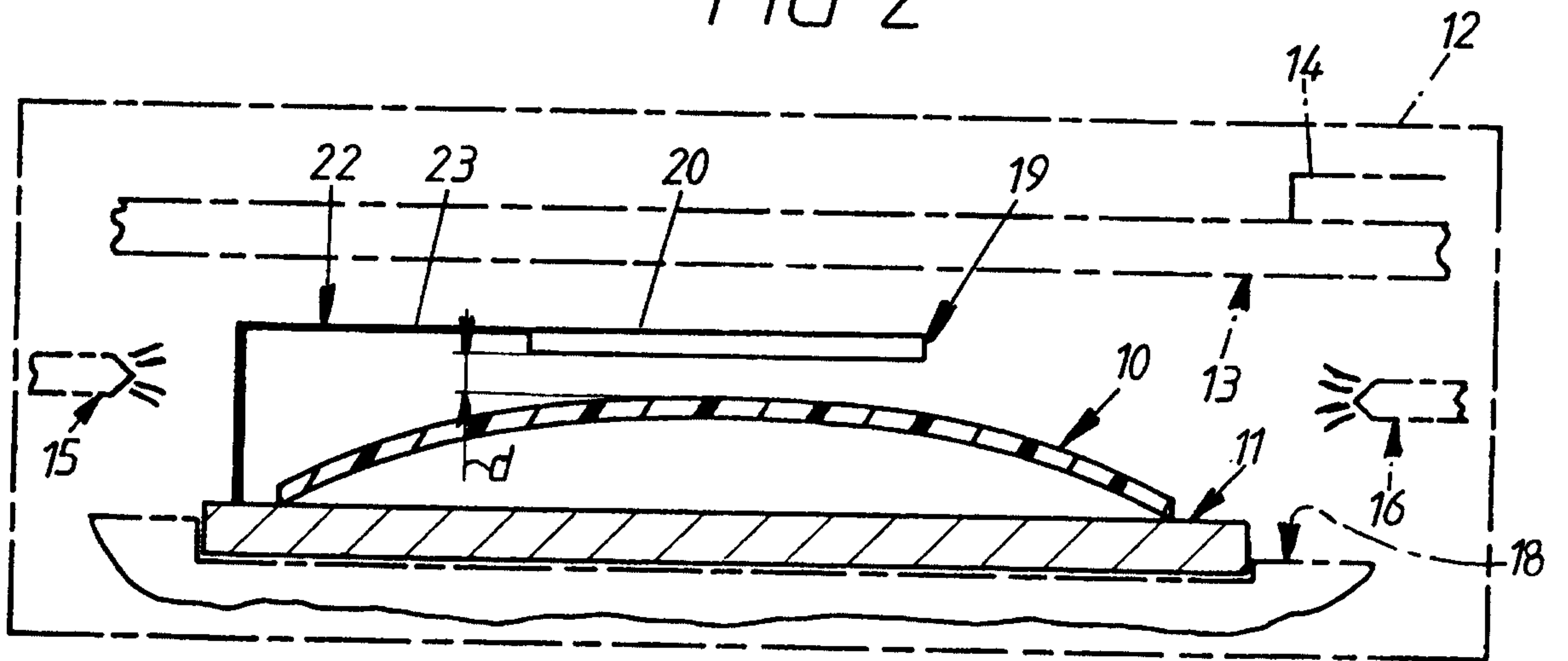


FIG 2



2/2

FIG 6

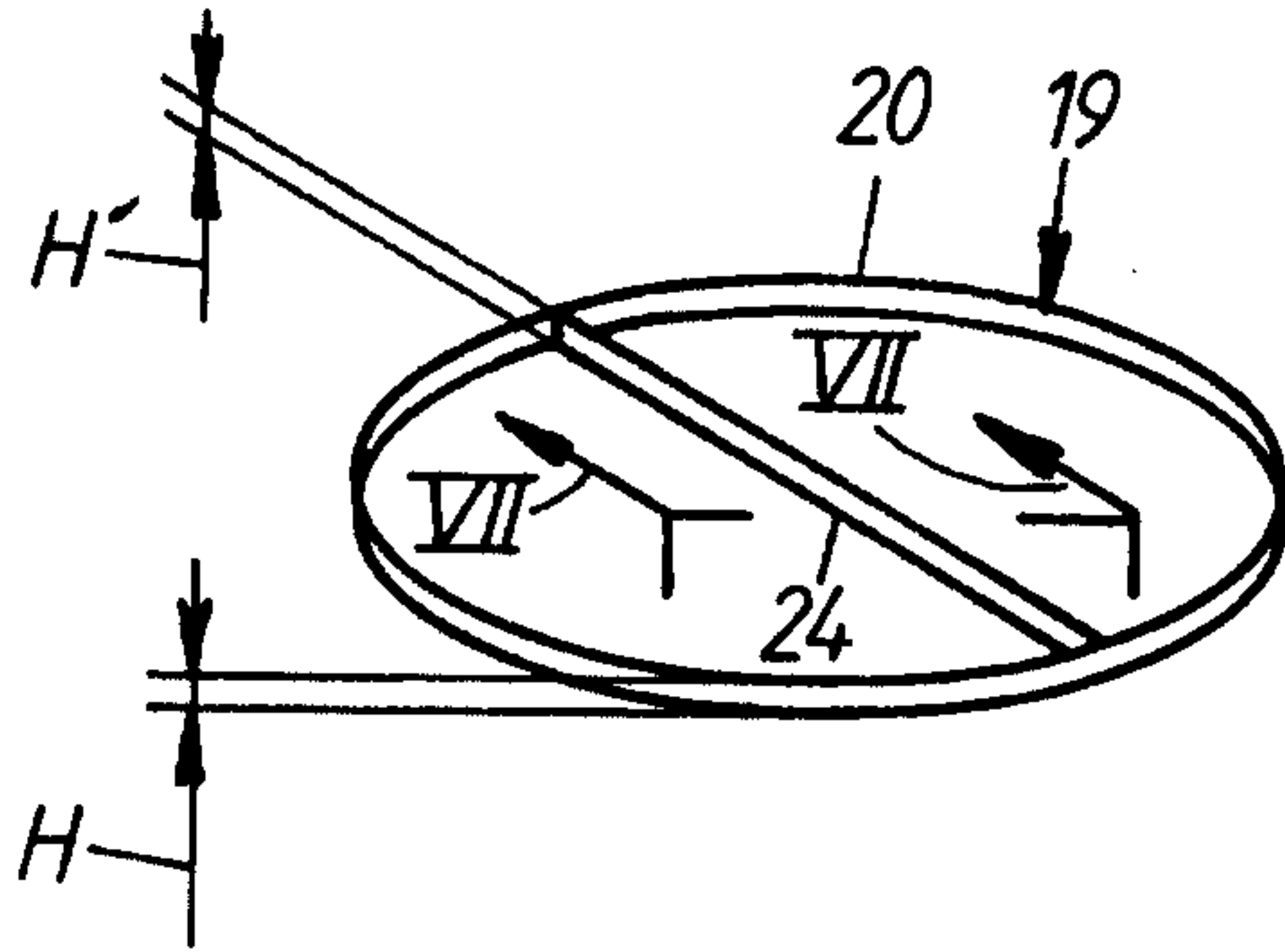


FIG 7

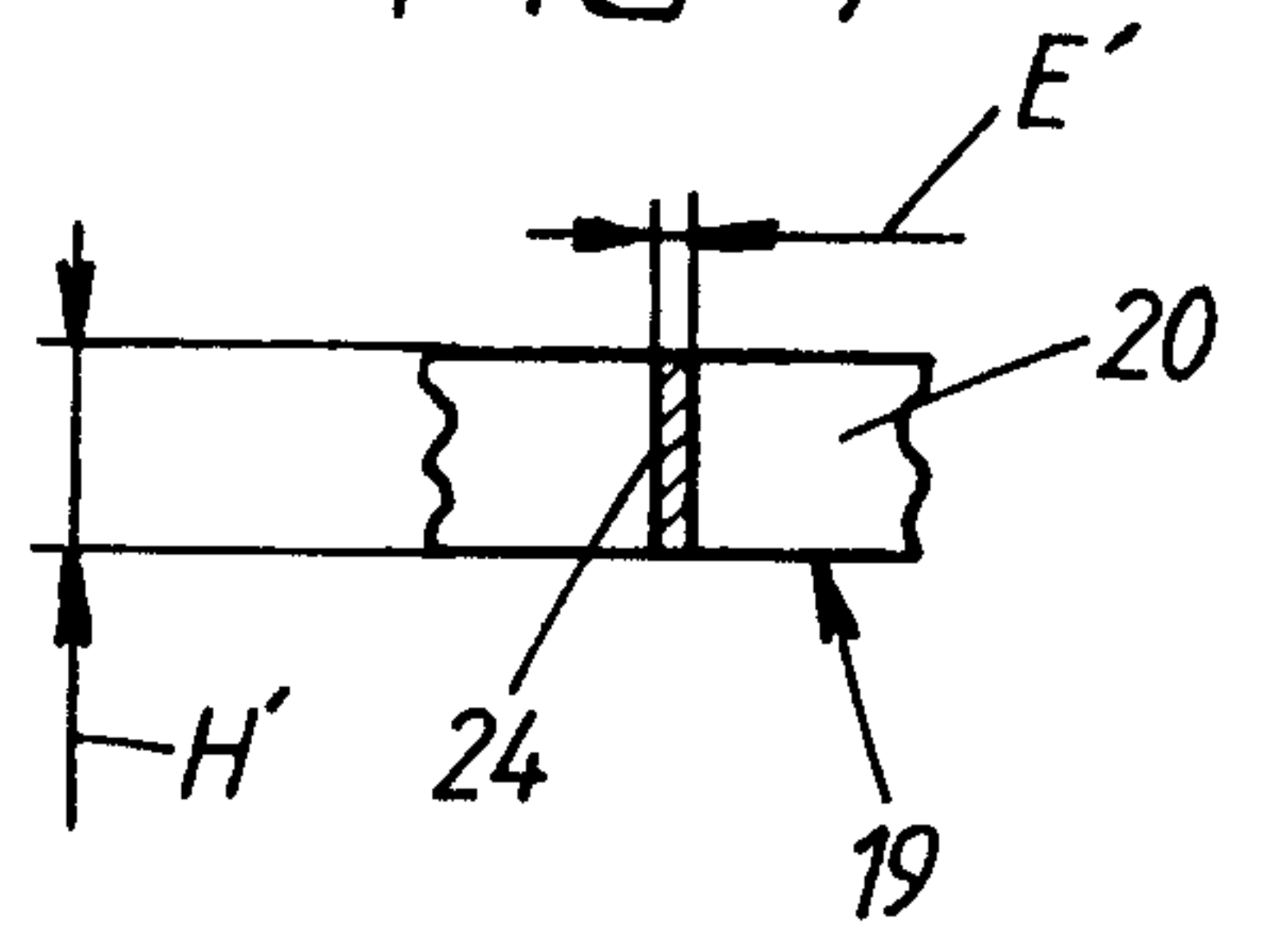


FIG 8

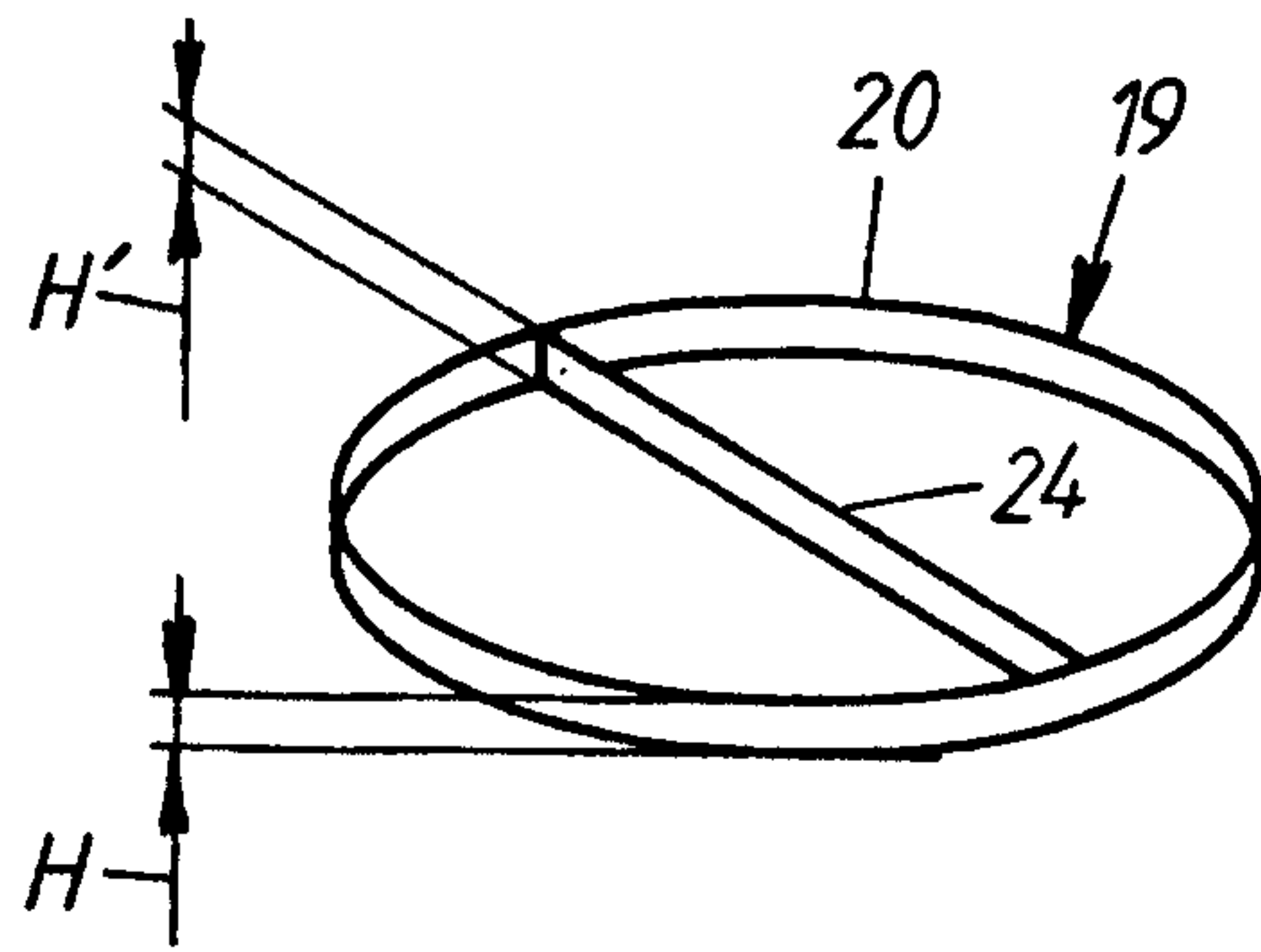


FIG 9

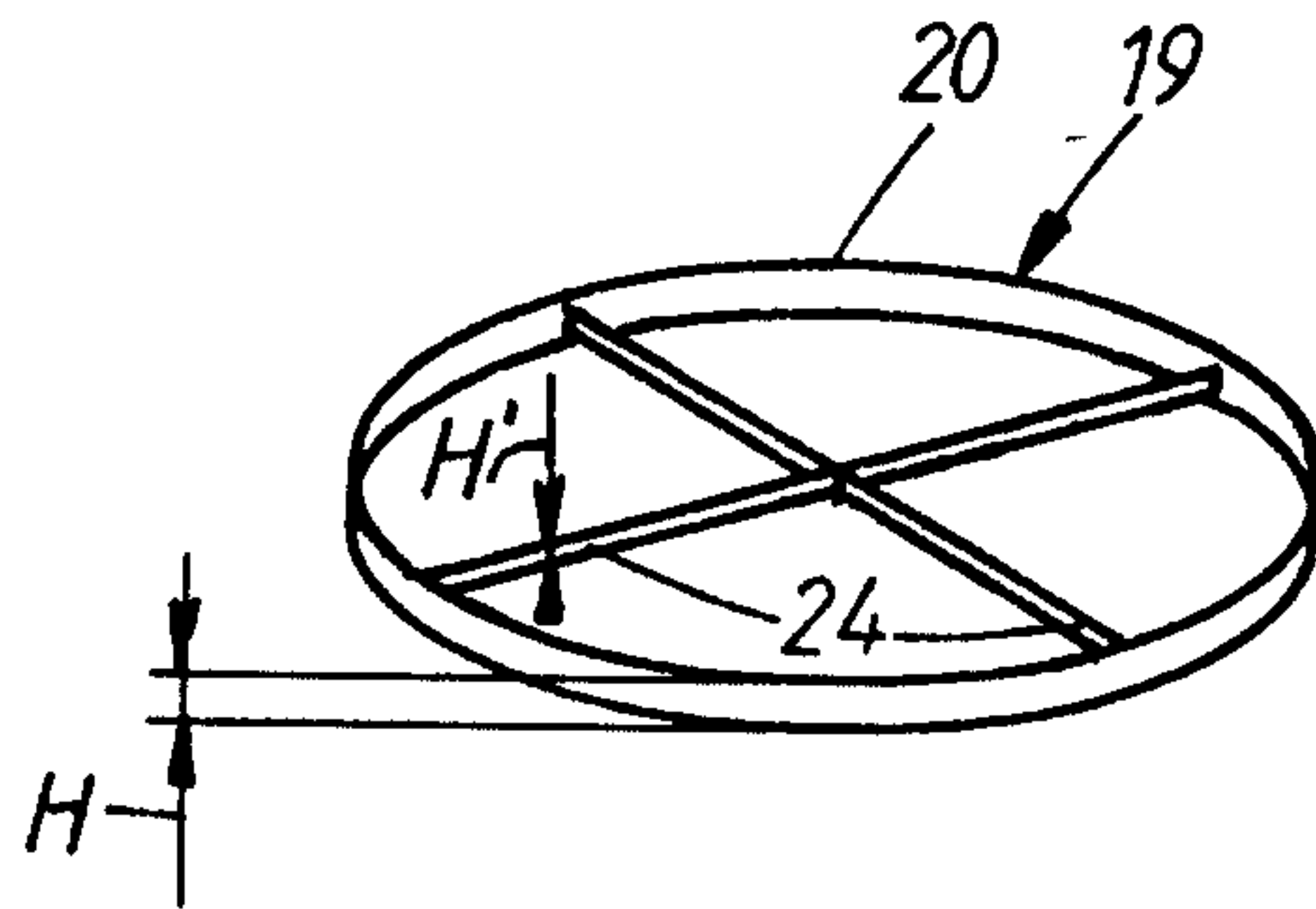


FIG 10

