



(11)

**EP 4 549 033 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**07.05.2025 Bulletin 2025/19**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**B05C 11/04<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **24210484.2**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**B05C 11/041; B05C 11/042; B05C 11/044;**  
**B05C 3/18**

(22) Date de dépôt: **04.11.2024**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL**  
**NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA**  
Etats de validation désignés:  
**GE KH MA MD TN**

(72) Inventeurs:  
• **FABULET, Armelle**  
**38054 GRENOBLE Cedex 09 (FR)**  
• **BLACHOT, Jean-François**  
**38054 GRENOBLE Cedex 09 (FR)**  
• **HEITZMANN, Marie**  
**38054 GRENOBLE Cedex 09 (FR)**  
• **MARTY, Clémence**  
**38054 GRENOBLE Cedex 09 (FR)**

(30) Priorité: **06.11.2023 FR 2312009**

(74) Mandataire: **Hautier IP**  
**20, rue de la Liberté**  
**06000 Nice (FR)**

(71) Demandeur: **Commissariat à l'Energie Atomique**  
**et aux Energies**  
**Alternatives**  
**75015 Paris (FR)**

(54) **DISPOSITIF D'ENDUCTION D'UNE COUCHE MINCE, PAR EXEMPLE POUR ÉLECTRODE DE PILE À COMBUSTIBLE**

(57) L'invention concerne un dispositif de dépôt par enduction d'une couche d'un matériau sur un substrat, comprenant un socle présentant une surface de contact orientée en regard du substrat et une surface d'appui orientée en regard du substrat, une lame montée amovible sur le socle et présentant une surface de racle en regard du substrat et configurée pour définir un espace de dépôt du matériau entre la surface de racle et le substrat. Le dispositif comprend une cale entre la lame et la surface d'appui et des moyens de serrage aptes à coopérer avec la cale et la lame pour maintenir la lame contre la cale et la cale contre la surface d'appui, de manière à maintenir la surface de racle à une distance de référence d par rapport à la surface d'appui.

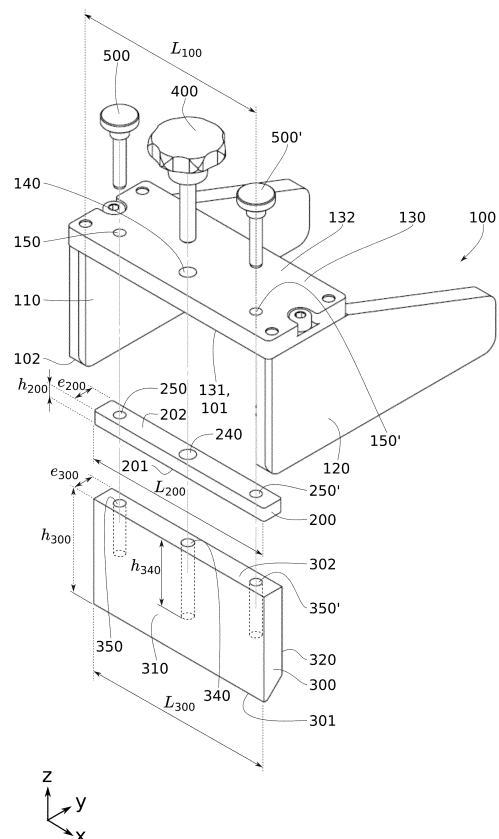


FIG. 1B

**EP 4 549 033 A1**

## Description

### DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des dispositifs et procédés d'enduction d'une couche de matériau. Elle concerne tout particulièrement le dépôt de couches fines. Elle trouve comme application particulièrement avantageuse le domaine des piles à combustible, notamment les piles à combustibles à membrane échangeuse de protons (PEM). Les électrodes utilisées dans ce type de piles sont en effet enduites d'une couche fine d'encre catalytique, par exemple à base de platine.

### ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Il existe plusieurs techniques pour déposer un film sur un substrat, parmi lesquelles les dépôts par évaporation, les dépôts par procédé chimique, ou encore les dépôts par spray. Cependant, ces techniques peuvent s'avérer complexes, fastidieuses et coûteuses.

[0003] Les techniques de dépôt par enduction constituent une alternative moins coûteuse et facilement industrialisable.

[0004] Le principe du dépôt par enduction est le suivant : un dispositif, couramment désigné couteau, est déplacé au-dessus du substrat de façon à entraîner et répartir une solution d'intérêt sur le substrat. Le film ainsi formé sèche ensuite et forme un dépôt continu.

[0005] Plusieurs solutions basées sur ce principe ont été développées. Une première solution est présentée dans le document EP0311742 B1. Cette solution repose sur l'utilisation d'un élément racleur en matériau magnétisable maintenu par force magnétique à un support contenant un aimant. Le document EP2705542 A1 présente lui une deuxième solution dans laquelle une encre à base de cuivre et d'indium déversée par un réservoir de distribution est étalée sur un substrat à l'aide d'une racle. Il est prévu dans ce document d'intégrer des moyens de contrôle de la température de l'encre au niveau du réservoir de distribution, de la racle et du substrat afin de contrôler la viscosité de l'encre et donc l'enduction sur le substrat ainsi que l'épaisseur du film déposé.

[0006] Lors de la mise en oeuvre de ces méthodes, il s'avère qu'en pratique une période d'ajustement au cours de laquelle la qualité du dépôt est insatisfaisante a toujours lieu. En effet une qualité de dépôt acceptable est obtenue seulement après le parcours de quelques centimètres voire dizaines de centimètres au-dessus du substrat. Il est donc nécessaire de prévoir une surface de dépôt nettement supérieure à la surface utile pour pouvoir éliminer les zones où la qualité du dépôt n'est pas satisfaisante, ce qui résulte en une perte importante de matériaux et en un surcoût non négligeable.

[0007] Une troisième solution repose sur l'utilisation d'une lame fixée à un socle et dont la hauteur par rapport au substrat est réglée à l'aide de vis micrométriques. Cette possibilité d'ajustement est ainsi censée permettre

de contrôler l'épaisseur de la couche déposée sur le substrat.

[0008] En pratique, ces méthodes connues ne permettent cependant pas de maîtriser l'épaisseur de la couche déposée avec suffisamment de précision, notamment lorsque cette épaisseur est faible (typiquement inférieure à quelques centaines de micromètres).

[0009] Un objectif de la présente invention est donc de proposer une solution permettant de déposer une couche de matériau sur un substrat en contrôlant précisément l'épaisseur de cette dernière, en particulier lorsque cette épaisseur est faible.

### RESUME

[0010] Pour atteindre cet objectif, un premier aspect de l'invention concerne un dispositif de dépôt par enduction d'une couche d'un matériau d'enduction sur un substrat, comprenant un socle présentant une surface de contact destinée à être orientée en regard du substrat, et de préférence à venir au contact du substrat, et présentant une surface d'appui destinée à être orientée en regard du substrat, une lame montée amovible sur le socle et présentant une surface de racle destinée à être orientée en regard du substrat et configurée pour définir un espace de dépôt du matériau d'enduction entre la surface de racle et le substrat. Le dispositif comprend en outre avantageusement une cale configurée pour être montée amovible sur le socle entre la lame et la surface d'appui. Il comprend avantageusement des moyens de serrage aptes à coopérer avec la cale et la lame pour maintenir la lame contre la cale et la cale contre la surface d'appui de manière à maintenir la surface de racle à une distance de référence  $d$  par rapport à la surface d'appui, la distance de référence  $d$  étant mesurée selon une direction perpendiculaire à la surface d'appui, dite direction verticale.

[0011] La distance de référence  $d$  entre la surface d'appui et la surface de racle est ainsi fonction de la hauteur de la cale selon la direction verticale. Cette hauteur détermine l'épaisseur de la couche du matériau qui peut être déposée sur le substrat à l'aide du dispositif. En fixant la hauteur de cale adaptée, on obtient l'épaisseur de couche désirée. Par ailleurs, en changeant de cale pour faire varier la hauteur de la cale utilisée tout en conservant une lame et un socle de même hauteur, on peut modifier l'épaisseur de la couche déposée.

[0012] La précision de l'épaisseur de la couche est assurée par la précision de la hauteur de la cale et par la facilité de serrage de la lame et de la cale contre la surface d'appui. En effet, les techniques de fabrication actuelles permettent des tolérances de fabrication faibles pour réaliser des cales aux dimensions très précises : l'erreur sur ce paramètre est donc très faible. Par ailleurs, l'utilisateur a simplement à serrer les moyens de serrage au maximum, sans se préoccuper d'une quelconque précision de serrage. Là encore, l'erreur sur ce paramètre est faible. L'erreur globale sur la distance de

référence d et donc sur l'épaisseur de la couche déposée est donc très faible.

**[0013]** Par ailleurs, une fois la lame correctement plaquée contre la cale et la cale correctement plaquée contre la surface d'appui, l'ensemble est très rigide et définit avec le substrat un espace très précis et peu variable.

**[0014]** Dans le cadre du développement de la présente invention, avec un couteau selon la troisième solution décrite en introduction et mettant en jeu une vis micrométrique pour positionner la lame, il a été découvert un manque d'homogénéité pour de faibles épaisseurs entraînant des performances dégradées et peu prévisibles. Il a été identifié que ce manque d'homogénéité provient, dans une mesure étonnément significative, de faibles déplacements verticaux de la lame maintenue par la vis micrométrique. Ainsi, finalement, cette solution ne permet pas de contrôler précisément l'épaisseur de la couche déposée ni d'assurer une bonne homogénéité de cette épaisseur, en particulier dans un domaine des faibles épaisseurs.

**[0015]** Contrairement à ce qui était le cas dans la troisième cette solution décrite en introduction et mettant en jeu une vis micrométrique pour positionner la lame, avec le dispositif de dépôt selon l'invention, la précision de l'épaisseur de la couche déposée ne dépend pas de la précision du positionnement par l'utilisateur de la lame par l'intermédiaire de vis de serrage. Grâce à la rigidité de l'ensemble procurée par la cale, on limite voire on supprime l'erreur sur l'épaisseur et les variations de l'épaisseur dues aux déplacements de la lame selon la direction verticale sous l'effet du temps et de la viscosité du matériau déposé. Notamment, l'intégralité d'un effort de réaction exercé par le matériau d'enduction sur la lame - de préférence verticalement - est transmis au socle par l'intermédiaire de la cale.

**[0016]** Par ailleurs, le dispositif selon l'invention est peu encombrant et facile à nettoyer. Sa géométrie est par ailleurs stable dans le temps, ce qui permet une bonne reproductibilité des dépôts.

**[0017]** Il aurait pu sembler envisageable de placer la cale à la hauteur à laquelle la couche est déposée, en butée de la lame, et d'utiliser des moyens de serrage pour plaquer la lame contre la cale. La hauteur de la cale aurait alors correspondu à l'épaisseur de la couche déposée. Cependant cette solution n'aurait pas été satisfaisante pour des dépôts de couches minces, typiquement présentant une épaisseur de quelques dizaines de micromètres ou moins, car une cale d'aussi faible hauteur se serait déformée trop facilement. L'épaisseur de la couche déposée n'aurait donc pas pu être correctement contrôlée ni présenter une homogénéité satisfaisante.

**[0018]** Ainsi, la présente invention propose une solution permettant de déposer une couche de matériau en contrôlant avec précision son épaisseur. Cette solution permet tout particulièrement de déposer précisément des couches de faible épaisseur. Elle permet par ailleurs d'aboutir à des couches présentant une épaisseur très

homogène.

**[0019]** Dans le cadre particulier des piles à combustibles à PEM, la présente invention permet de réaliser des dépôts fins et très homogènes d'encre catalytique sur une membrane, une couche de diffusion de gaz ou un substrat intermédiaire entrant dans la composition de ces piles, ce qui se traduit par une amélioration significative des performances des piles. Notamment, la réduction de l'inhomogénéité de l'épaisseur de la couche d'encre catalytique permet de réduire les inhomogénéités des performances électriques au sein d'une même pile. Un fonctionnement plus homogène de la pile est donc permis par l'invention. L'invention permet également d'autoriser des dépôts d'encre catalytique très fins, ce qui permet de réduire la résistance électrique des électrodes ou couches catalytiques et donc là encore d'améliorer les performances des piles. La réduction de l'inhomogénéité du dépôt ainsi que la possibilité de réaliser des dépôts fins permettent par ailleurs de réduire la quantité de matière consommée, ce qui est particulièrement avantageux dans ce domaine, les encres catalytiques étant typiquement à base de platine, matériau rare au coût élevé.

**[0020]** Un deuxième aspect de l'invention concerne un système de dépôt par enduction d'une couche d'un matériau sur un substrat comprenant un dispositif selon le premier aspect de l'invention, un réservoir destiné à contenir le matériau et un bras d'actionnement, le socle du dispositif étant monté sur le bras d'actionnement, le système étant configuré pour verser le matériau d'enduction sur le substrat en amont de la lame selon une direction prévue d'avancée de la lame.

**[0021]** Un troisième aspect de l'invention concerne un procédé de dépôt par enduction d'une couche d'un matériau à l'aide du système selon le deuxième aspect de l'invention sur une face supérieure du substrat, comprenant les étapes suivantes :

- a. Faire se déverser depuis le réservoir le matériau sur la face supérieure du substrat,
- b. Déplacer le bras d'actionnement relativement à la face supérieure du substrat de sorte à mettre en translation le dispositif parallèlement à la face supérieure du substrat et de sorte à ce que la surface de racle étale le matériau sur la face supérieure du substrat.

**[0022]** Les avantages décrits en référence au dispositif selon le premier aspect de l'invention s'appliquent mutatis mutandis au système selon le deuxième aspect de l'invention et le procédé selon le troisième aspect de l'invention.

## BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

**[0023]** Les buts, objets, ainsi que les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description détaillée d'un mode de réalisation de cette der-

nière qui est illustré par les dessins d'accompagnement suivants dans lesquels :

La figure 1A représente une vue générale du dispositif selon l'invention.

La figure 1B est une vue éclatée du dispositif selon l'invention. Cette vue correspond à une situation dans laquelle la cale, la lame, les éléments centreurs et les moyens de serrage ne sont pas encore montés sur le socle.

La figure 2A représente une vue de dessus du dispositif selon l'invention.

La figure 2B est une vue en coupe du dispositif selon l'invention selon la coupe A-A repérée sur la figure 2A. Elle illustre la position des éléments centreurs et des moyens de serrage lorsque le dispositif est monté.

La figure 2C est une vue en coupe du dispositif selon l'invention selon la coupe B-B repérée sur la figure 2A. Elle illustre la fixation d'un flanc du socle à sa portion centrale.

La figure 3A est une vue de face du dispositif selon l'invention lorsque celui-ci est monté et placé sur un substrat.

La figure 3B est une vue en coupe du dispositif selon l'invention selon la coupe C-C repérée sur la figure 3A. Elle illustre la position des moyens de serrage lorsque le dispositif est monté.

**[0024]** Les dessins sont donnés à titre d'exemples et ne sont pas limitatifs de l'invention. Ils constituent des représentations schématiques de principe destinées à faciliter la compréhension de l'invention et ne sont pas nécessairement à l'échelle des applications pratiques. En particulier les dimensions ne sont pas représentatives de la réalité.

## DESCRIPTION DÉTAILLÉE

**[0025]** Avant d'entamer une revue détaillée de modes de réalisation de l'invention, sont énoncées ci-après des caractéristiques optionnelles qui peuvent éventuellement être utilisées en association ou alternativement : Selon un exemple, les moyens de serrage comprennent une vis présentant un filetage externe et la lame présente un taraudage, le filetage externe et le taraudage étant aptes à coopérer pour maintenir la lame contre la cale, la cale présentant un trou permettant le passage et la rotation libre de la vis.

**[0026]** Selon un exemple, la lame présente deux faces principales s'étendant principalement selon un plan transversal défini par une direction transversale et la direction verticale, la cale présentant selon la direction transversale une largeur  $L_{200}$  et la lame présentant selon la direction transversale une largeur  $L_{300}$ , avec  $L_{200} \geq 0,5 \cdot L_{300}$ , de préférence  $L_{200} \geq 0,6 \cdot L_{300}$ , de préférence  $L_{200} \geq 0,8 \cdot L_{300}$ , et de préférence  $L_{200} \geq 0,9 \cdot L_{300}$ .

**[0027]** De préférence,  $L_{200}$  et  $L_{300}$  sont sensiblement

égales à la largeur interne du socle  $L_{100}$  qui sera définie plus avant, à une tolérance près permettant l'insertion de la cale et de la lame entre les flancs du socle.

**[0028]** Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend en outre au moins un, de préférence deux, élément(s) centreur(s), également désigné(s) élément(s) d'indexage, configuré(s) pour permettre de positionner la lame par rapport au socle et pour permettre, lorsque la lame est montée sur le socle, un déplacement de la lame uniquement selon la direction principale.

**[0029]** Selon un mode de réalisation, l'élément centreur s'étend principalement selon la direction verticale, dans lequel le socle, la cale et la lame présentent respectivement une première ouverture de centrage, une deuxième ouverture de centrage et une troisième ouverture de centrage, la première ouverture de centrage et la deuxième ouverture de centrage étant traversantes selon la direction verticale dans le socle et dans la cale respectivement, la première ouverture de centrage, la deuxième ouverture de centrage et la troisième ouverture de centrage étant en continuité les unes des autres selon la direction verticale lorsque la cale et la lame sont montées sur le socle, l'élément centreur étant destiné à être inséré dans la première ouverture de centrage, dans la deuxième ouverture de centrage et dans la troisième ouverture de centrage lorsque la cale et la lame sont montées sur le socle.

**[0030]** Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend un élément centreur secondaire s'étendant principalement selon la direction verticale, dans lequel le socle, la cale et la lame présentent respectivement une première ouverture de centrage secondaire, une deuxième ouverture de centrage secondaire et une troisième ouverture de centrage secondaire, la première ouverture de centrage secondaire et la deuxième ouverture de centrage secondaire étant traversantes selon la direction verticale dans le socle et dans la cale respectivement, la première ouverture de centrage secondaire, la deuxième ouverture de centrage secondaire et la troisième ouverture de centrage secondaire étant en continuité les unes des autres selon la direction verticale lorsque la cale et la lame sont montées sur le socle, l'élément centreur secondaire étant destiné à être inséré dans la première ouverture de centrage secondaire, dans la deuxième ouverture de centrage secondaire et dans la troisième ouverture de centrage secondaire lorsque la cale et la lame sont montées sur le socle.

**[0031]** Selon un mode de réalisation, l'élément centreur et l'élément centreur secondaire sont disposés de part et d'autre des moyens de serrage.

**[0032]** Selon un mode de réalisation, le socle présente deux flancs principaux présentant chacun une glissière, chaque glissière étant apte à recevoir et à guider la lame en translation selon la direction verticale.

**[0033]** Selon un mode de réalisation, la cale présente une hauteur  $h_{200}$  mesurée selon la direction verticale lorsque la cale est montée sur le socle, avec  $h_{200} \geq 3 \text{ mm}$ , de préférence  $h_{200} \geq 4 \text{ mm}$ , de préférence  $h_{200} \geq 5 \text{ mm}$ .

**[0034]** Selon un exemple, la surface de racle s'étend principalement dans un plan n'étant pas perpendiculaire à la direction verticale et présentant de préférence une inclinaison  $\alpha$  par rapport à la direction verticale comprise entre 30° et 70°.

**[0035]** Selon un exemple, la cale est en acier inoxydable.

**[0036]** De préférence, le matériau d'enduction est une encre catalytique. Par encre catalytique on entend en particulier une encre comprenant au moins un catalyseur supporté, un ionomère et un solvant. Le catalyseur supporté peut être un composé carboné par exemple de type graphitique supportant des nanoparticules de platine (Pt) ; le ionomère est un acide perfluorosulfonique et le solvant peut comprendre un alcool comme l'éthanol et éventuellement de l'eau.

**[0037]** De préférence, le substrat est choisi parmi une membrane échangeuse de proton, par exemple constituée d'un polymère d'acide perfluorosulfonique comme le Nafion (commercialisé par DuPont) ou l'Aquivion® (commercialisé par Solvay), et une couche de diffusion de gaz, généralement constituée d'un support en fibre de carbone.

**[0038]** De préférence, le dispositif ne comprend pas d'élément additionnel tel qu'un élément élastique, un ressort ou un élément de réglage continu, par exemple par rotation, dans la chaîne de transmission des efforts entre la lame et la cale.

**[0039]** Les termes « sensiblement », « environ », « de l'ordre de » signifient, lorsqu'ils se rapportent à une valeur, « à 10% près » de cette valeur ou, lorsqu'ils se rapportent à une orientation angulaire, « à 10° près » de cette orientation. Ainsi, une direction sensiblement normale à un plan signifie une direction présentant un angle de  $90 \pm 10^\circ$  par rapport au plan.

**[0040]** On utilisera dans la description détaillée qui suit un repère dont la direction longitudinale correspond à l'axe Y, la direction transversale correspond à l'axe X et la direction verticale correspond à l'axe Z.

**[0041]** Le plan horizontal dont il est fait mention correspond sur les figures au plan défini par les axes X et Y. Le plan formé par les axes X et Z est lui nommé plan transversal. Le plan formé par les axes Y et Z est désigné plan longitudinal.

**[0042]** Le dispositif selon l'invention va maintenant être décrit en référence aux figures 1A à 3B.

**[0043]** Comme cela est visible sur les figures 2B, 3A et 3B, le dispositif 1 est destiné à être utilisé sur un substrat 10. Ce substrat 10 présente une face supérieure 11 destinée à être enduite. Cette face supérieure 11 s'étend principalement selon un plan horizontal XY défini par une première direction X, également désignée dimension transversale X, et une deuxième direction Y, également désignée direction longitudinale Y. On définit également la direction verticale Z, perpendiculaire au plan horizontal XY et donc à la face supérieure 11 du substrat 10. La direction Y correspond, lors de l'utilisation du dispositif 1, à la direction de déplacement du dispositif 1 sur le sub-

strat 10.

**[0044]** Le dispositif 1 comprend tout d'abord un socle 100. Le socle 100 comprend typiquement deux flancs principaux 110, 120 et une portion centrale 130. Les flancs principaux 110, 120 présentent tous deux des faces principales s'étendant parallèlement à un plan longitudinal YZ défini par la direction longitudinale Y et la direction verticale Z. La portion centrale 130 relie les flancs principaux 110, 120. Elle présente une face supérieure 132 et une face inférieure 131 opposées l'une à l'autre, la face inférieure 131 étant destinée à être placée en regard du substrat 10. Ces deux faces 131, 132 s'étendent parallèlement au plan horizontal XY.

**[0045]** Le socle 100 présente une largeur interne L100 mesurée selon la direction transversale X entre les deux flancs principaux 110, 120 du socle. Typiquement, L100 est supérieure à 5 cm. L100 est de préférence inférieure à 30 cm.

**[0046]** Le socle 100 peut être monobloc. Ses deux flancs principaux 110, 120 et sa portion centrale 130 sont alors tous d'un seul tenant. Le socle 100 peut également être constitué d'éléments distincts fixés les uns aux autres, notamment les flancs 110, 120 et la portion centrale 130, comme cela est illustré sur les figures 1B et 2C notamment. La figure 2C représente la façon dont des moyens de fixation peuvent être arrangés pour maintenir la portion centrale 130 et un flanc principal 120 du socle 100 ensemble.

**[0047]** Le socle 100 présente une surface d'appui 101 orientée en regard du substrat 10. La surface d'appui 101 correspond typiquement à la face inférieure 131 de la portion centrale 130.

**[0048]** Le socle 100 présente par ailleurs une surface de contact 102 correspondant typiquement aux faces inférieures des flancs principaux 110, 120 du socle 100. Lors de l'utilisation du dispositif 1, la surface de contact 102 peut être mise en contact avec le substrat 10 ou bien simplement être placée en regard de celui-ci.

**[0049]** Le dispositif 1 comprend par ailleurs une cale 200 destinée à être montée sur le socle 100. La cale 200 présente typiquement une forme d'un parallélépipède rectangle. Elle présente une face supérieure 202 et une face inférieure 201 opposées l'une à l'autre et s'étendant principalement, lorsque la cale 200 est montée sur le socle 100, parallèlement au plan horizontal XY. La cale 200 présente une hauteur  $h_{200}$  selon la direction verticale Z, une largeur L200 selon la direction transversale X et une épaisseur  $e_{200}$  selon la direction longitudinale Y. Ces dimensions sont notamment repérées sur les figures 1B et 3A.

**[0050]** La cale 200 est de préférence en acier inoxydable. De façon générale, la cale 200 est de préférence en un matériau présentant une forte résistance mécanique. Ce matériau est de préférence inerte vis-à-vis du matériau à déposer.

**[0051]** Lorsqu'elle est montée sur le socle 100, la cale 200 s'étend entre les flancs principaux 110, 120 de ce dernier. La cale 200 est destinée à être maintenue contre

la surface d'appui 101 du socle 100. Sa face supérieure 202 est alors en contact avec la surface d'appui 101.

**[0052]** Le dispositif 1 comprend en outre une lame 300. Elle aussi est destinée à être montée sur le socle 100.

**[0053]** La lame 300 présente une face supérieure 302 et une face inférieure 301 opposées l'une à l'autre. Sa face inférieure 301 est également désignée surface de racle 301. Sa face supérieure 302 s'étend principalement, lorsque la lame 300 est montée sur le socle 100, parallèlement au plan horizontal XY. Sa surface de racle 301 ne s'étend de préférence pas dans un plan parallèle au plan horizontal XY. Elle forme de préférence un angle  $\alpha$ , également désigné inclinaison, avec la direction verticale Z, avec  $\alpha$  compris entre 30° et 70°, par exemple environ 45°. La lame 300 présente ainsi une forme biseautée en regard du substrat 10.

**[0054]** La lame 300 présente deux faces principales 310, 320 s'étendant principalement parallèlement à un plan transversal XZ défini par la direction transversale X et par la direction verticale Z.

**[0055]** La lame 300 présente une hauteur  $h_{300}$  selon la direction verticale Z, une largeur  $L_{300}$  selon la direction transversale X et une épaisseur  $e_{300}$  selon la direction longitudinale Y. Ces dimensions sont notamment repérées sur les figures 1B et 3A.

**[0056]**  $e_{300}$  est typiquement comprise entre 5 et 10 mm, par exemple sensiblement égale à 8 mm.

**[0057]** La lame 300 est de préférence en acier inoxydable.

**[0058]** Lorsqu'elle est montée sur le socle 100, la lame 300 s'étend entre les flancs principaux 110, 120 de ce dernier. La lame 300 est destinée à être maintenue contre la cale 200. De préférence lame 300 est en contact direct avec la cale 200. Sa face supérieure 302 est alors en contact avec la face inférieure 201 de la cale 200. Sa surface de racle 301 se trouve en regard de la face supérieure 11 du substrat 10.

**[0059]** Le dispositif 1 comprend par ailleurs des moyens de serrage 400 prenant typiquement la forme d'au moins une vis 400, de préférence exactement une vis 400. La vis 400 présente un filetage externe 410.

**[0060]** Les moyens de serrage 400 sont configurés pour pouvoir coopérer avec le socle 100, la cale 200 et la lame 300 de manière à maintenir la cale 200 contre la surface d'appui 101 du socle 100 et la lame 300 contre la cale 200.

**[0061]** Par exemple, comme illustré à la figure 1B, le socle 100 et la cale 200 peuvent présenter respectivement un premier trou de serrage 140 et un deuxième trou de serrage 240, tous deux permettant le libre passage de la vis 400. Ces trous 140, 240 permettent une rotation libre de la vis 400. Leur diamètre est donc supérieur au filetage de la vis 400. Ces trous de serrage 140, 240 sont ainsi traversants selon la direction verticale Z dans le socle 100 et dans la cale 200, respectivement. Ils présentent de préférence un flanc interne lisse. Un troisième trou de serrage 340 est aménagé dans la lame 300. Ce trou 340 présente un flanc interne formant un taraudage

complémentaire du filetage de la vis 400. Ce trou est borgne, il n'est pas traversant selon la direction verticale Z. Il ne débouche donc pas sur la surface de raclage 301. Cela permet d'éviter que la surface de raclage 301 ne présente une ou des discontinuité(s) et que le dépôt de la couche ne se fasse de manière non uniforme.

**[0062]** La vis 400 peut ainsi être insérée dans les premier et deuxième trous de serrage 140, 240 puis être vissée dans la lame 300 par coopération de son filetage externe avec le taraudage du troisième trou de serrage 340. Les figures 2B et 3B représentent la vis 400 une fois insérée dans le premier trou de serrage 140 et dans le deuxième trou de serrage 240 et visée dans le troisième trou de serrage 340.

**[0063]** Le vis 400 présente une extrémité distale formée par l'extrémité de sa tige filetée. Elle présente également une tête destinée à être manipulée par un utilisateur, de préférence manuellement, ou avec un outil. La vis 400 forme, par exemple au niveau de sa tête, une butée configurée pour venir au contact du socle 100 lorsque la vis 400 est insérée dans la lame 300 de sorte que la rotation de la vis 400 par l'utilisateur fasse monter la lame 300 en direction de la cale 200 et du socle 100.

**[0064]** La hauteur  $h_{340}$  du troisième trou de serrage 340, la longueur de la vis 400 et l'étendue du filetage externe sur la vis 400 sont configurés pour permettre un vissage jusqu'à ce que la lame 300 soit plaquée contre la cale 200 et que la cale 200 soit plaquée contre la surface d'appui 101.

**[0065]** La vis a un rôle de vis de serrage pour venir plaquer la lame 300 contre la cale 200, et par l'intermédiaire de la cale 200, contre la surface d'appui 101 du socle 100. Contrairement à la vis présente dans la troisième solution décrite en partie introductive, cette vis n'a pas un rôle de positionnement. Le positionnement de la surface de racle 301 est donc éventuellement lié à une potentielle très faible erreur sur le serrage des moyens de serrage 400, mais pas à une erreur de positionnement d'une vis micrométrique comme cela est le cas dans la troisième solution.

**[0066]** Une fois que les moyens de serrage 400 maintiennent la cale 200 et la lame 300 contre la surface d'appui 101 et que le dispositif 1 est positionné au-dessus du substrat 10, la surface de racle 301 se trouve à une distance de référence  $d$  avec la surface d'appui 101 et définit un espace de dépôt du matériau d'enduction avec la face supérieure 11 du substrat 10. Cet espace de dépôt est noté  $e$ . Il est notamment repéré sur les figures 2B, 3A et 3B. L'espace  $e$  dépend de la hauteur  $h_{101}$  à laquelle se trouve la surface d'appui 101, la hauteur  $h_{200}$  de la cale 200 et la hauteur  $h_{300}$  de la lame 300. Il est à noter que l'on a  $h_{101} = d + e$ .

**[0067]** La hauteur  $h_{101}$  est maintenue constante, soit par le fait que la surface de contact 102 du socle 100 repose sur le substrat 10, soit parce que l'on maintient le socle 100 à une distance constante du substrat 10 par d'autres moyens, par exemple un bras d'actionnement. Il est également envisageable de placer un masque entre

le substrat 10 de la surface de contact 102 (l'épaisseur  $e_m$  du masque entrera alors en compte dans la valeur de  $h_{101}$  et donc dans celle de l'espace  $e$  :  $h_{101} = d + e + e_m$ ). En utilisant la même lame 300 et en changeant de cale 200 d'une utilisation à une autre du dispositif 1, il est possible

[0068] L'espace  $e$  est typiquement compris entre 10  $\mu\text{m}$  et 200  $\mu\text{m}$ .

[0069] La hauteur  $h_{200}$  d'une cale est typiquement comprise entre 3 mm et 10 mm. De préférence,  $h_{200}$  est supérieure ou égale à 4 mm. Le fait que la cale 200 présente une hauteur supérieure ou égale à 3 mm voire supérieure à cette valeur permet de lui conférer une bonne rigidité, ce qui est très avantageux dans le cadre de l'invention puisque la précision sur l'espace  $e$  s'en retrouve améliorée.

[0070] De préférence, on utilise une unique cale permettant d'obtenir la distance de référence  $d$  et l'espace  $e$  souhaités. En effet, utiliser une unique cale 200 permet que l'erreur sur la distance  $d$ , correspondant aux inévitables tolérances de fabrication, corresponde uniquement à la somme de l'erreur de fabrication sur  $h_{200}$ , l'erreur de fabrication sur  $h_{300}$  et l'erreur sur le serrage. L'utilisation simultanée de plusieurs cales induit d'autres erreurs, celles sur la fabrication des cales supplémentaires. L'erreur globale est donc plus importante que lorsqu'une seule cale est utilisée. On préférera donc utiliser un jeu de cales pour adapter l'épaisseur que l'on souhaite déposer, tout en utilisant une unique cale pour chaque dépôt.

[0071] Il est à noter que l'espace  $e$  est défini entre la face supérieure 11 du substrat 10 et le plan de la lame 300 le plus proche de la face supérieure 11 du substrat 10. Ainsi, lorsque la lame 300 est biseautée comme cela est typiquement le cas,  $e$  est défini en un bord seulement de la surface de racle 301.

[0072] Avantageusement, le dispositif 1 comprend en outre au moins un élément centreur 500, et de préférence un deuxième élément centreur qualifié d'élément centreur secondaire 500'. Ces éléments centreurs 500, 500' ont pour fonction de positionner correctement la cale 200, la lame 300 et le socle 100 relativement les uns aux autres. Ils permettent également d'empêcher toute rotation de la lame 300 et/ou de la cale 200 autour d'un axe parallèle à la direction verticale Z. Ils préviennent tout déplacement de la cale 200 et de la lame 300 dans une direction autre que la direction verticale Z. Notamment, lorsqu'elles sont montées sur le socle 100, la cale 200 et la lame 300 ne peuvent pas se déplacer selon les directions X et Y. Les éléments centreurs 500, 500' permettent ainsi à la fois de garantir le bon positionnement de la cale 200 et de la lame 300 lors de leur montage sur le socle 100 mais également d'assurer un bon niveau de rigidité de l'ensemble. Ils facilitent également le montage du dispositif 1.

[0073] Les paragraphes suivants visent à présenter un exemple de mode de réalisation des éléments centreurs.

[0074] Les éléments centreurs 500, 500' s'étendent de préférence chacun selon la direction verticale Z. Des ouvertures sont aménagées dans le socle 100, la cale 200 et la lame 300 pour coopérer avec les éléments centreurs 500, 500'. De préférence, pour chaque élément centreur 500, 500', une première ouverture de centrage 150, 150', une deuxième ouverture de centrage 250, 250' et une troisième ouverture de centrage 350, 350' sont aménagées respectivement dans le socle 100, la cale 200 et la lame 300. Les ouvertures 150', 250', 350' associées à l'élément centreur secondaire 500' pourront également être qualifiées de secondaires. Pour permettre l'accès des éléments centreurs 500, 500' aux troisièmes ouvertures de centrage 350, 350', les premières ouvertures de centrage 150, 150' et les deuxièmes ouvertures de centrage 250, 250' sont traversantes selon la direction verticale Z.

[0075] Par ailleurs, les ouvertures de centrage 150, 150', 250, 250', 350, 350' présentent de préférence chacune un flanc interne lisse. Leurs diamètres, de préférence tous identiques, et tenant compte des tolérances de fabrication, permettent un coulisement des éléments centreurs 500, 500' en leur sein.

[0076] Les troisièmes ouvertures de centrage 350, 350' sont de préférence borgnes, elles ne sont pas traversantes selon la direction verticale Z. Elles ne débouchent donc pas sur la surface de raclage 301. Cela permet d'éviter que la surface de raclage 301 ne présente une ou des discontinuité(s) et que le dépôt de la couche ne se fasse de manière non uniforme. Les troisièmes ouvertures de centrage 350, 350' présentent par ailleurs de préférence un flanc interne lisse. Les figures 1A et 2B représentent les éléments centreurs 500, 500' une fois insérés dans les ouvertures de centrage 150, 150', 250, 250', 350, 350'.

[0077] Avantageusement, le dispositif 1 comprend au moins deux éléments centreurs 500, 500', de préférence exactement deux. Ces deux éléments centreurs sont de préférence disposés de part et d'autre de la vis 400, comme cela est notamment illustré sur les figures 1B, 2A et 2B. Les éléments centreurs 500, 500' et la vis 400 sont avantageusement alignés selon la direction transversale X.

[0078] Selon un mode de réalisation, on prévoit que les flancs principaux 110, 120 du socle 100 présentent chacun une glissière dans laquelle la lame 300 et éventuellement également la cale 200 peuvent être insérées et coulisser. De telles glissières permettent de guider la cale 200 et la lame 300 en translation selon la direction verticale Z et ainsi faciliter le montage du dispositif 1. Elles peuvent également permettre d'améliorer le maintien de la cale 200 et, plus important encore, de la lame 300 en évitant tout déplacement de celles-ci selon la direction longitudinale Y, notamment lors du déplacement du dispositif 1 au-dessus du substrat 10 au cours de son utilisation. Les glissières peuvent ainsi être utili-

sées en remplacement des éléments centreurs 500, 500' ou en combinaison avec ces derniers.

**[0079]** Les prochains paragraphes visent à illustrer comment le dispositif 1 peut être monté et, une fois monté, être utilisé.

**[0080]** Le dispositif 1 peut être monté de la façon suivante :

- a. Insertion du ou des éléments centreurs 500, 500' dans la ou les premières ouvertures de centrage 150, 150',
- b. Emboîtement de la cale 200 entre les flancs principaux 110, 120 du socle 100, en insérant chaque élément centreur 500, 500' dans une deuxième ouverture de centrage 250, 250',
- c. Emboîtement de la lame 300 entre les flancs principaux 110, 120 du socle 100, en insérant chaque élément centreur 500, 500' dans une troisième ouverture de centrage 350, 350',
- d. Insertion de la vis de serrage 400 dans le premier trou de serrage 140, dans le deuxième trou de serrage 240, et dans le troisième trou de serrage 340,
- e. Serrage de la lame 300 contre la cale 200 et de la cale 200 contre la surface d'appui 101.

**[0081]** Alternativement ou parallèlement, l'emboîtement de la cale 200 et de la lame 300 se fait par guidage dans les glissières des flancs 110, 120 du socle 100.

**[0082]** Lors de l'utilisation du dispositif 1, celui-ci est déplacé relativement au substrat 10 selon la direction longitudinale Y, dans un sens donné d'avancée.

**[0083]** Comme cela sera décrit plus avant en référence au deuxième aspect de l'invention, le matériau peut être versé sur le substrat depuis un réservoir contenant ledit matériau. Il est entendu que le matériau peut également être déposé manuellement sur le substrat 10. Dans les deux cas, le matériau est versé en amont de la lame 300 selon la direction longitudinale Y et le sens d'avancée de la lame 300, et plus généralement du dispositif 1.

**[0084]** La surface de racle 301 est de préférence orientée vers côté de la lame 300 où le matériau est versé. Cela permet une bonne enduction du matériau sur la face supérieure 11 du substrat 10.

**[0085]** Un deuxième objet de l'invention se rapporte à un système de dépôt par enduction comprenant le dispositif selon l'invention. Le système comprend par ailleurs un réservoir destiné à contenir le matériau à déposer sur le substrat 10.

**[0086]** Le système peut par exemple être configuré pour verser le matériau à déposer de sorte qu'il ruisselle contre la face principale 320 de la lame 300 en regard de laquelle le matériau est versé avant d'arriver sur la face supérieure 11 du substrat 10.

**[0087]** Le système comprend par ailleurs un bras d'actionnement auquel est fixé le dispositif 1 ou bien contre lequel le dispositif 1 vient en butée durant l'utilisation du système. Ce bras d'actionnement peut notamment permettre de déplacer le dispositif 1 selon la direction et le

sens d'avancée.

**[0088]** Avantagusement, le bras d'actionnement peut être configuré de sorte à déplacer le dispositif à plusieurs vitesses distinctes. La vitesse de déplacement du dispositif sera alors choisie en fonction de différents paramètres comme la nature du matériau à déposer, notamment sa viscosité, et la nature du substrat 10.

**[0089]** Un troisième objet de l'invention concerne un procédé de dépôt par enduction d'une couche de matériau sur un substrat à l'aide du système décrit précédemment.

**[0090]** Une première étape de ce procédé consiste en faire se déverser le matériau à déposer depuis le réservoir sur la face supérieure 11 du substrat 10.

**[0091]** Une deuxième étape de ce procédé consiste en le déplacement du bras d'actionnement relativement à la face supérieure 11 du substrat 10. Ce déplacement se fait de sorte que l'espace e reste constant. La translation relative du dispositif 1 par rapport au substrat 10 se fait donc parallèlement à la face supérieure 11 du substrat 10.

**[0092]** Selon une première variante du procédé, le substrat 10 reste immobile et le dispositif 1 est déplacé par le bras d'actionnement.

**[0093]** Selon une deuxième variante du procédé, le dispositif 1 reste immobile et le substrat 10 est déplacé.

**[0094]** Lorsque le dispositif 1 se déplace, la surface de racle 301 entre en contact avec le matériau à enduire, l'étale sur le substrat 10 et forme une couche dont l'épaisseur correspond à l'espace e.

**[0095]** Il est entendu que les deux étapes du procédé peuvent avoir lieu simultanément. Notamment, le déversement du matériau peut avoir lieu à plusieurs reprises au cours du déplacement du dispositif 1, voire de façon continue.

**[0096]** L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisations précédemment décrits et s'étend à tous les modes de réalisation couverts par l'invention.

## Revendications

1. Dispositif (1) de dépôt par enduction d'une couche d'un matériau d'enduction sur un substrat (10), comprenant un socle (100) présentant une surface de contact (102) destinée à être orientée en regard du substrat (10), et de préférence à venir au contact du substrat (10), et présentant une surface d'appui (101) destinée à être orientée en regard du substrat (10), une lame (300) montée amovible sur le socle (100) et présentant une surface de racle (301) destinée à être orientée en regard du substrat (10) et configurée pour définir un espace de dépôt du matériau d'enduction entre la surface de racle (301) et le substrat (10) **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre une cale (200) montée amovible sur le socle (100) entre la lame (300) et la surface d'appui (101) et **en ce qu'il** comprend des moyens de serrage

- (400) coopérant avec la cale (200) et la lame (300) pour maintenir la lame (300) contre la cale (200) et la cale (200) contre la surface d'appui (101) de manière à maintenir la surface de racle (301) à une distance de référence  $d$  par rapport à la surface d'appui (101), la distance de référence  $d$  étant mesurée selon une direction perpendiculaire à la surface d'appui (101), dite direction verticale (Z).
2. Dispositif (1) selon la revendication précédente dans lequel les moyens de serrage (400) comprennent une vis présentant un filetage externe (410) et la lame (300) présente un taraudage, le filetage externe (410) et le taraudage étant aptes à coopérer pour maintenir la lame (300) contre la cale (200), la cale (200) présentant un trou (240) permettant le passage et la rotation libre de la vis.
  3. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel la lame (300) présente deux faces principales (310, 320) s'étendant principalement selon un plan transversal (XZ) défini par une direction transversale (X) et la direction verticale (Z), la cale (200) présentant selon la direction transversale (X) une largeur  $L_{200}$  et la lame (300) présentant selon la direction transversale (X) une largeur  $L_{300}$ , avec  $L_{200} \geq 0,5 * L_{300}$ , de préférence  $L_{200} \geq 0,6 * L_{300}$ , de préférence  $L_{200} \geq 0,8 * L_{300}$ , et de préférence  $L_{200} \geq 0,9 * L_{300}$ .
  4. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant en outre au moins un, de préférence deux, élément(s) centreur(s) (500), également désigné(s) élément(s) d'indexage, configuré(s) pour permettre de positionner la lame (300) par rapport au socle (100) et pour permettre, lorsque la lame (300) est montée sur le socle (100), un déplacement de la lame (300) uniquement selon la direction principale (Z).
  5. Dispositif (1) selon la revendication précédente dans lequel l'élément centreur (500) s'étend principalement selon la direction verticale (Z), dans lequel le socle (100), la cale (200) et la lame (300) présentent respectivement une première ouverture de centrage (150), une deuxième ouverture de centrage (250) et une troisième ouverture de centrage (350), la première ouverture de centrage (150) et la deuxième ouverture de centrage (250) étant traversantes selon la direction verticale (Z) dans le socle (100) et dans la cale (200) respectivement, la première ouverture de centrage (150), la deuxième ouverture de centrage (250) et la troisième ouverture de centrage (350) étant en continuité les unes des autres selon la direction verticale (Z) lorsque la cale (200) et la lame (300) sont montées sur le socle (100), l'élément centreur (500) étant destiné à être inséré dans la première ouverture de centrage (150), dans la deuxième ouverture de centrage (250) et dans la troisième ouverture de centrage (350) lorsque la cale (200) et la lame (300) sont montées sur le socle (100).
  6. Dispositif (1) selon la revendication précédente comprenant au moins un élément centreur secondaire (500') s'étendant principalement selon la direction verticale (Z), dans lequel le socle (100), la cale (200) et la lame (300) présentent respectivement une première ouverture de centrage secondaire (150'), une deuxième ouverture de centrage secondaire (250') et une troisième ouverture de centrage secondaire (350'), la première ouverture de centrage secondaire (150') et la deuxième ouverture de centrage secondaire (250') étant traversantes selon la direction verticale (Z) dans le socle (100) et dans la cale (200) respectivement, la première ouverture de centrage secondaire (150'), la deuxième ouverture de centrage secondaire (250') et la troisième ouverture de centrage secondaire (350') étant en continuité les unes des autres selon la direction verticale (Z) lorsque la cale (200) et la lame (300) sont montées sur le socle (100), l'élément centreur secondaire (500') étant destiné à être inséré dans la première ouverture de centrage secondaire (150'), dans la deuxième ouverture de centrage secondaire (250') et dans la troisième ouverture de centrage secondaire (350') lorsque la cale (200) et la lame (300) sont montées sur le socle (100).
  7. Dispositif (1) selon les deux revendications précédentes en combinaison dans lequel l'élément centreur (500) et l'élément centreur secondaire (500') sont disposés de part et d'autre des moyens de serrage (400).
  8. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le socle présente deux flancs principaux (110, 120) présentant chacun une glissière, chaque glissière étant apte à recevoir et à guider la lame (300) en translation selon la direction verticale (Z).
  9. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel la cale (200) présente une hauteur  $h_{200}$  mesurée selon la direction verticale (Z) lorsque la cale (200) est montée sur le socle (100), avec  $h_{200} \geq 3$  mm, de préférence  $h_{200} \geq 4$  mm.
  10. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel la surface de racle (301) s'étend principalement dans un plan n'étant pas perpendiculaire à la direction verticale (Z) et présentant de préférence une inclinaison  $\alpha$  par rapport à la direction verticale (Z) comprise entre  $30^\circ$  et  $70^\circ$ .

11. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel la cale (200) est en acier inoxydable.
12. Système de dépôt par enduction d'une couche d'un matériau sur un substrat (10) comprenant un dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, un réservoir destiné à contenir le matériau et un bras d'actionnement, le socle (100) du dispositif (1) étant monté sur le bras d'actionnement, le système étant configuré pour verser le matériau d'enduction sur le substrat (10) en amont de la lame (300) selon une direction prévue d'avancée de la lame (300).
13. Procédé de dépôt par enduction d'une couche d'un matériau à l'aide du système selon la revendication précédente sur une face supérieure (11) du substrat (10), comprenant les étapes suivantes :
- Faire se déverser depuis le réservoir le matériau sur la face supérieure (11) du substrat (10),
  - Déplacer le bras d'actionnement relativement à la face supérieure (11) du substrat (10) de sorte à mettre en translation le dispositif (1) parallèlement à la face supérieure (11) du substrat (10) et de sorte à ce que la surface de racle (301) étale le matériau sur la face supérieure (11) du substrat (10).

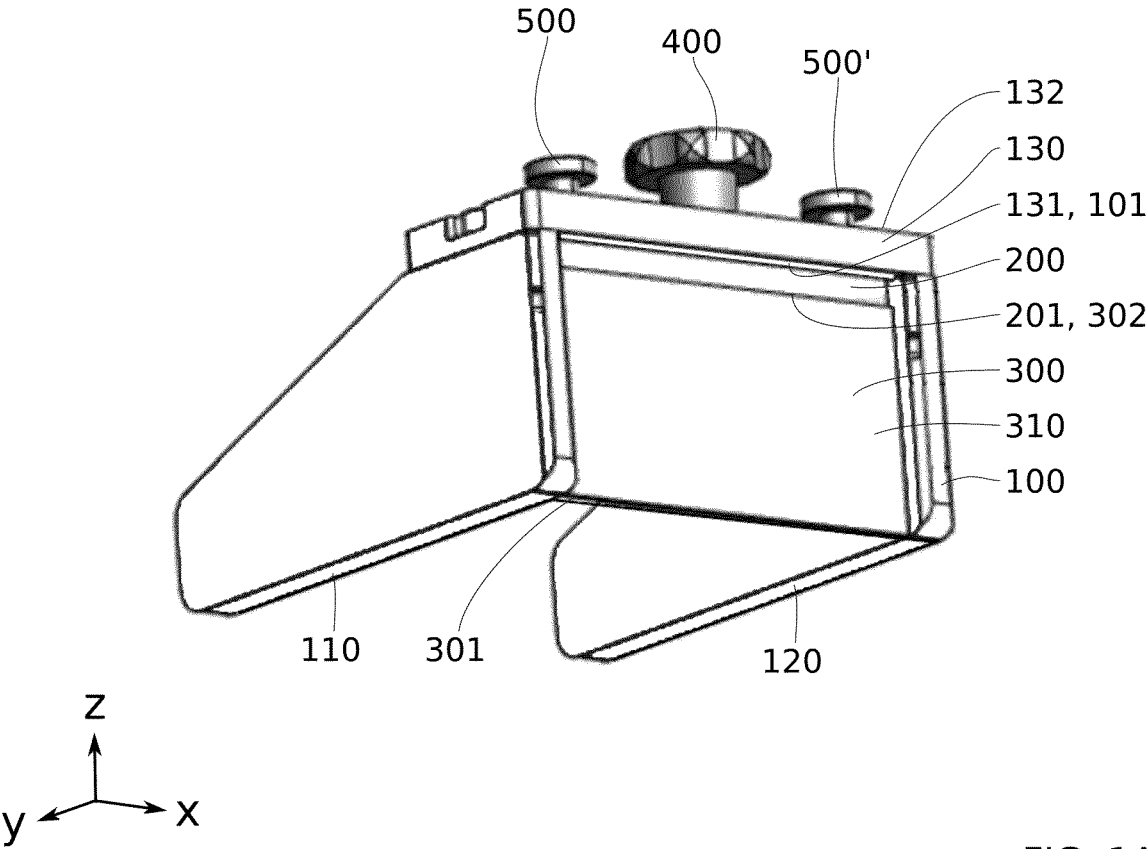


FIG. 1A

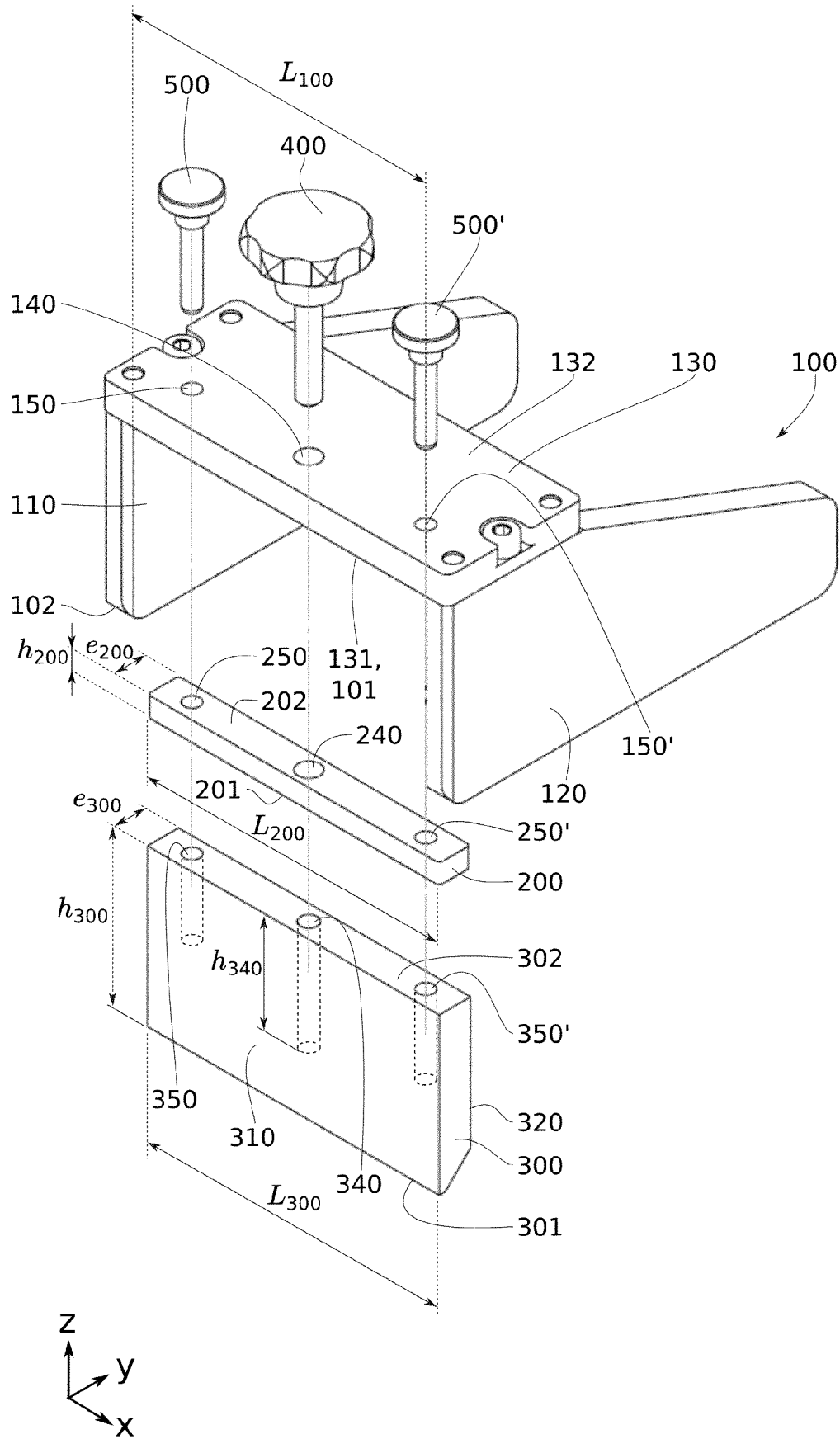


FIG. 1B

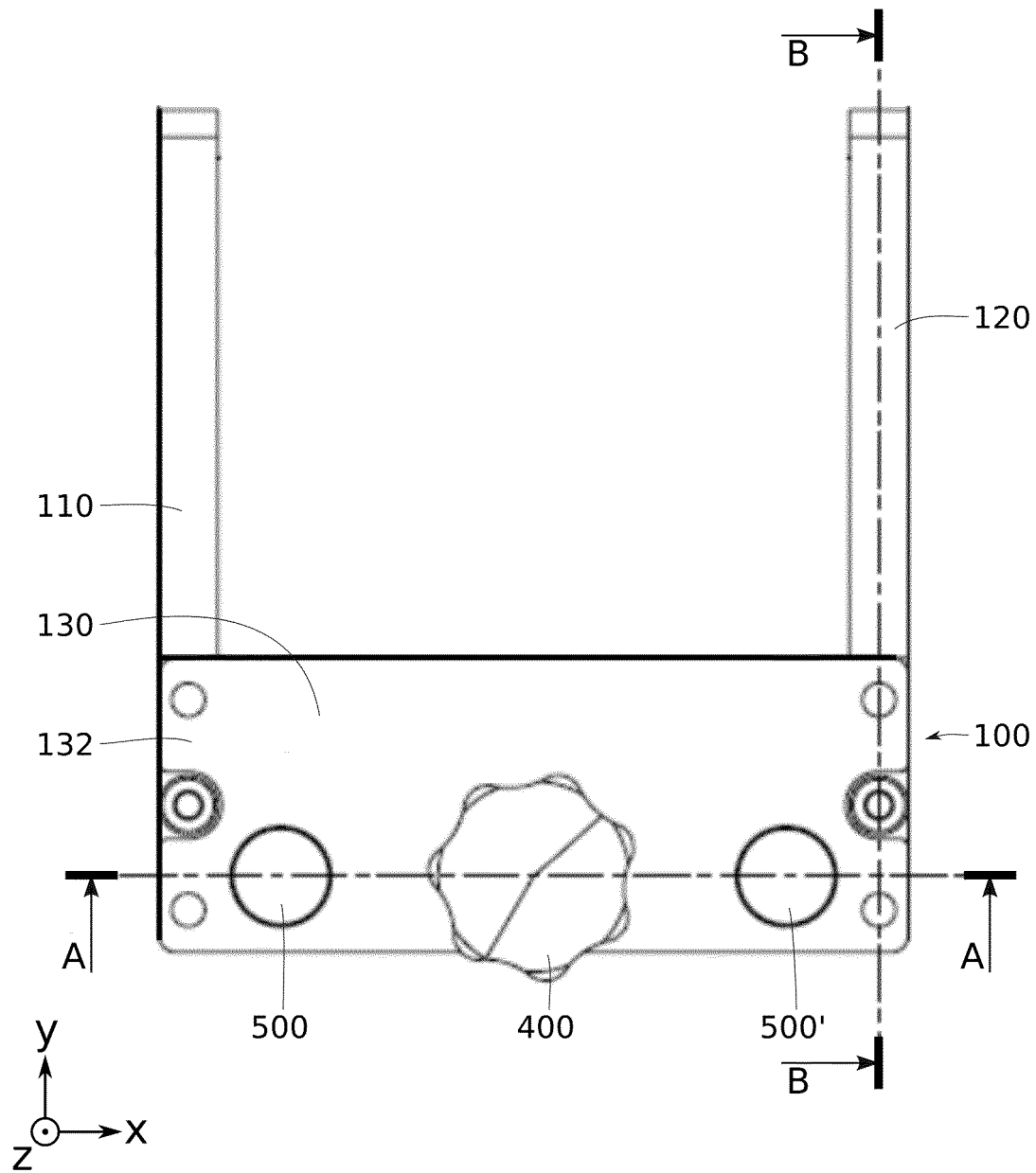


FIG. 2A

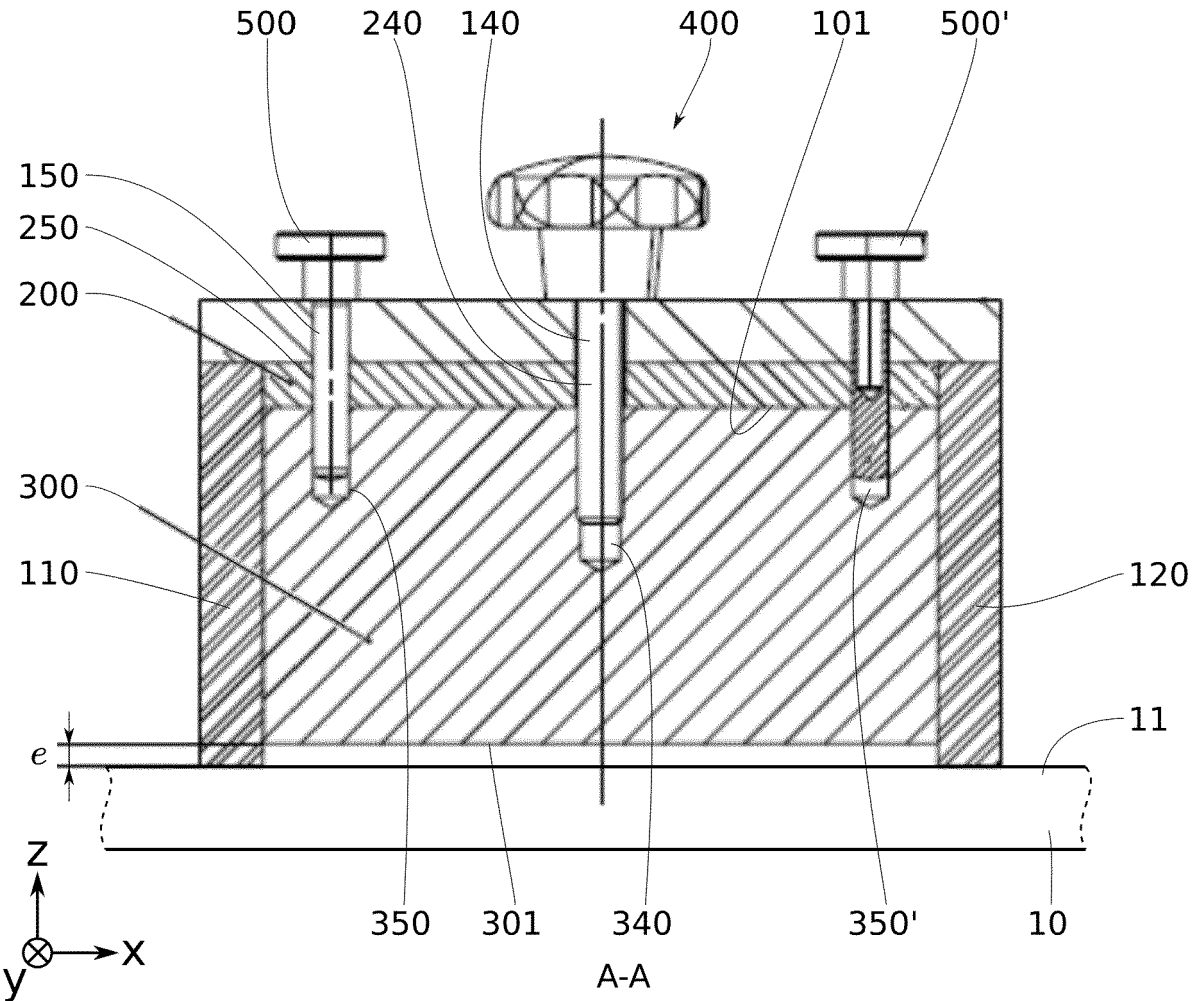


FIG. 2B

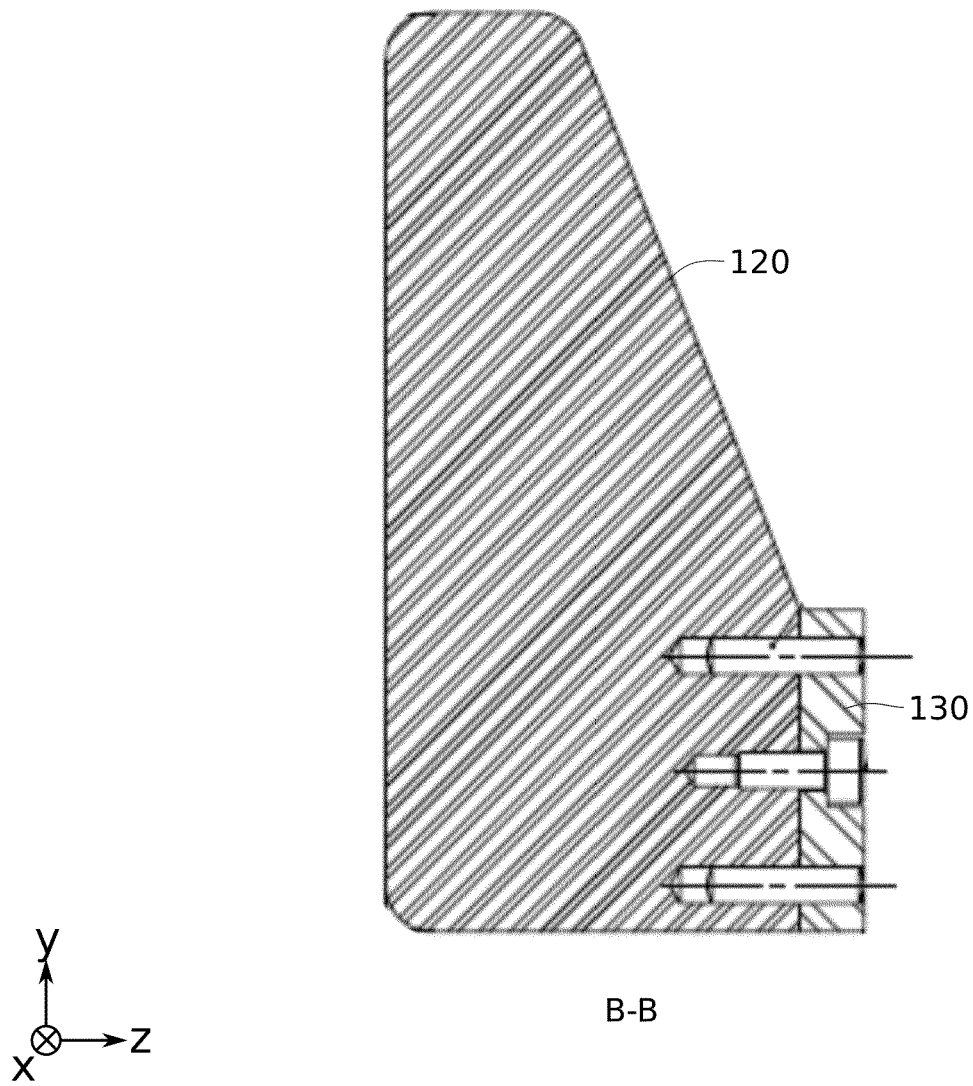


FIG. 2C

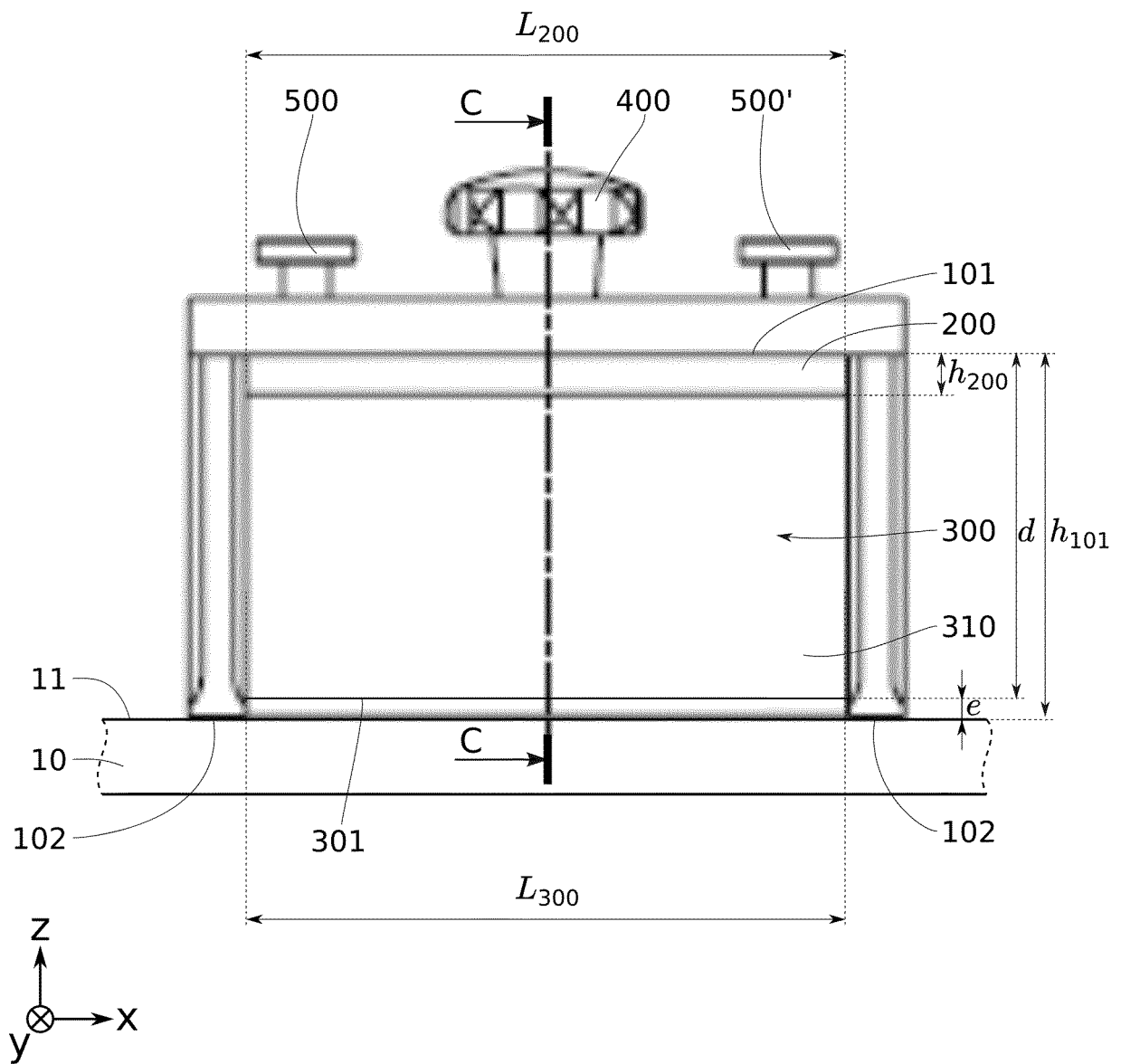


FIG. 3A

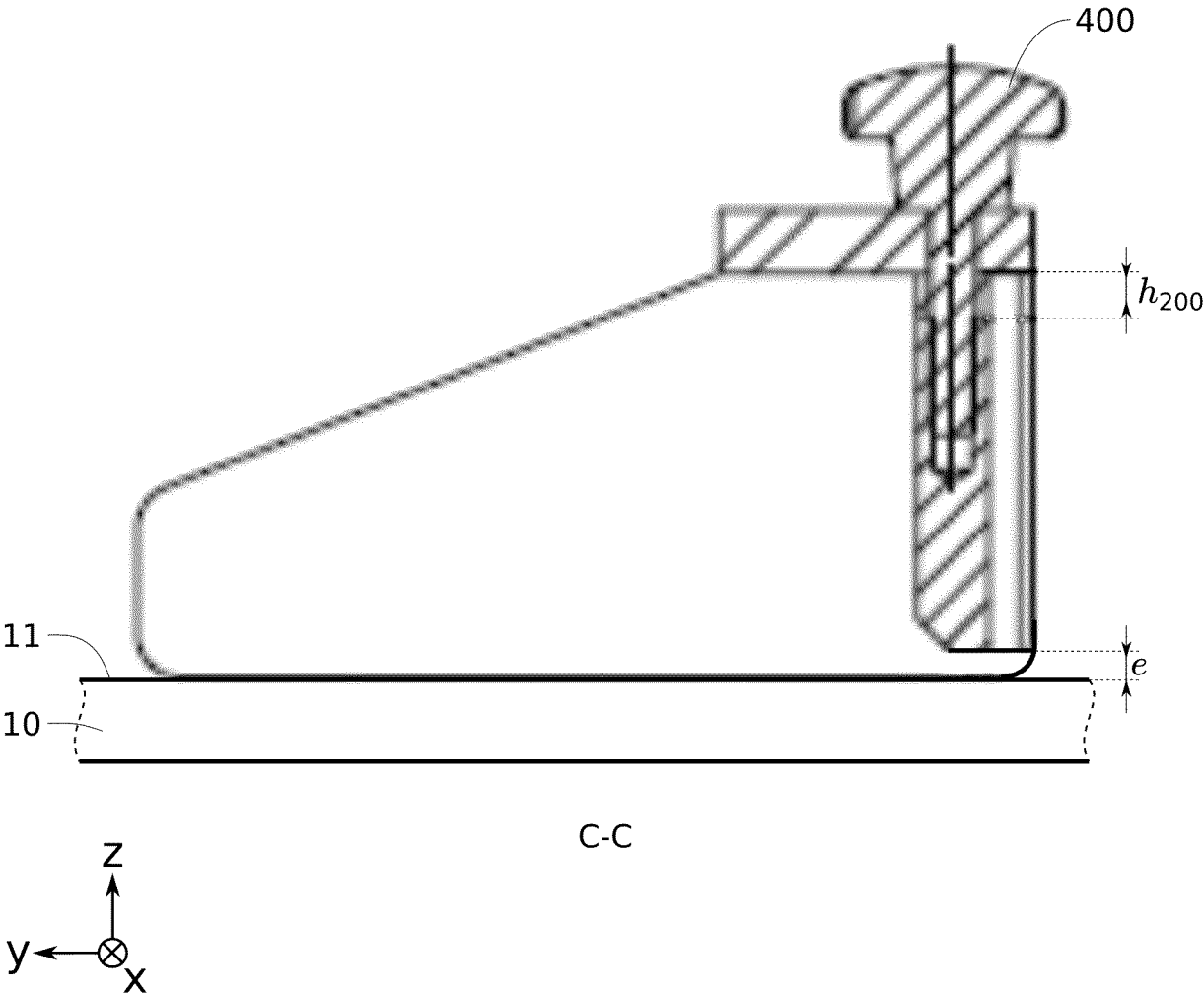


FIG. 3B



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 21 0484

## DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                       | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                  | Revendication concernée           | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| X                                                                                                                                                                                                                                                               | CA 1 154 951 A (HOECHST AG)<br>11 octobre 1983 (1983-10-11)<br>* figures 1-2 *                                   | 1,9,<br>11-13                     | INV.<br>B05C11/04                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                               | US 1 612 250 A (ASHBY HOLDON M)<br>28 décembre 1926 (1926-12-28)<br>* page 2, colonne 1, ligne 35; figures 1-2 * | 1,2,10                            |                                      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                               | CN 113 663 861 A (WANG GUOCHUAN)<br>19 novembre 2021 (2021-11-19)<br>* figure 4 *                                | 1,3-8                             |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                               | CN 110 355 048 A (BAOWU CARBON MATERIAL<br>TECH CO LTD) 22 octobre 2019 (2019-10-22)<br>* figures 1-2 *          | 1-13                              |                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                  |                                   | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                  |                                   | B05C<br>H01M                         |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                  |                                   |                                      |
| Lieu de la recherche                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                  | Date d'achèvement de la recherche | Examineur                            |
| La Haye                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                  | 5 février 2025                    | Ibarrondo, Borja                     |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                  |                                   |                                      |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire                             |                                                                                                                  |                                   |                                      |
| T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                                                                                  |                                   |                                      |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 24 21 0484

- 5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05 - 02 - 2025

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| CA 1154951 A                                    | 11 - 10 - 1983         | CA 1154951 A                            | 11 - 10 - 1983         |
|                                                 |                        | DE 2938521 A1                           | 09 - 04 - 1981         |
|                                                 |                        | EP 0025962 A1                           | 01 - 04 - 1981         |
|                                                 |                        | US 4331099 A                            | 25 - 05 - 1982         |
| US 1612250 A                                    | 28 - 12 - 1926         | AUCUN                                   |                        |
| CN 113663861 A                                  | 19 - 11 - 2021         | AUCUN                                   |                        |
| CN 110355048 A                                  | 22 - 10 - 2019         | AUCUN                                   |                        |

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- EP 0311742 B1 [0005]
- EP 2705542 A1 [0005]