



(51) Classification internationale des brevets :
B05B 17/08 (2006.01) **F15D 1/00** (2006.01)
E04H 4/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2012/054041

(22) Date de dépôt international :
8 mars 2012 (08.03.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1151942 9 mars 2011 (09.03.2011) FR
13/045,019 10 mars 2011 (10.03.2011) US

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **COM-
MISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX
ÉNERGIES ALTERNATIVES** [FR/FR]; 25 rue Leblanc,
Bâtiment "Le Ponant D", F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **FOGLIZZO,
Thierry** [FR/FR]; 29 rue de Paris, F-78460 Chevreuse
(FR).

(74) Mandataire : **ILGART, Jean-Christophe**; Brevalex, 95
rue d'Amsterdam, F-75378 Paris Cedex 8 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : DEVICE AND METHOD FOR CREATING A HYDRAULIC JUMP, IN PARTICULAR FOR A FOUNTAIN OR SWIMMING POOL

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCÉDE DE CREATION D'UN RESSAUT HYDRAULIQUE, NOTAMMENT FONTAINE OU PISCINE

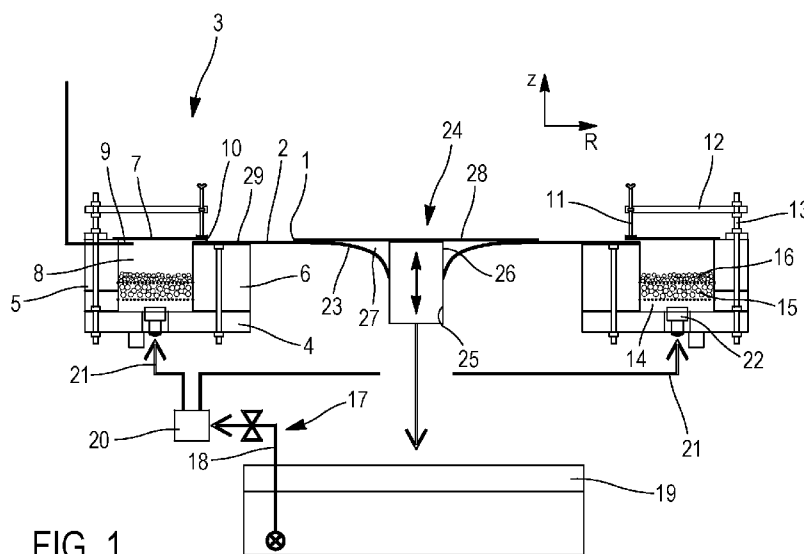


FIG. 1

(57) Abstract : A hydraulic jump (1) is created at the free surface (2) of a liquid that is made to flow over a surface (23) that drops towards an outlet region for the liquid, the supply being brought about by a supply system (3) overflowing, an element (24) rising above the flow surface (23) so as to form a retention space (27) for the liquid before it is discharged. The liquid can be recycled. The jump (1) can be stable or not stable. The invention can be applied to the creation of artificial waves for simulation devices, ornamental fountains or swimming pools.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Un ressaut hydraulique (1) est créé à la surface libre (2) d'un liquide soumis à un écoulement sur une surface (23) s'abaissant vers une région de sortie du liquide, l'alimentation se faisant par débordement d'un système d'alimentation (3), et un élément (24) s'élève au-dessus de la surface d'écoulement (23) pour former un volume de rétention (27) du liquide avant qu'il ne soit évacué. Le liquide peut être recyclé. Le ressaut (1) peut être stable ou non. L'invention peut être appliquée à la création de vagues artificielles pour des dispositifs de simulation, des fontaines ornementales ou des piscines.

**DISPOSITIF ET PROCEDE DE CREATION D'UN RESSAUT
HYDRAULIQUE, NOTAMMENT FONTAINE OU PISCINE**

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

Le sujet de cette invention est un
5 dispositif et un procédé de création d'un ressaut
hydraulique ; ou encore, de façon plus générale, de
création d'un ressaut de fluide, puisque le phénomène
de ressaut n'est pas limité aux liquides et peut être
appliqué aussi à des gaz lourds dans une atmosphère
10 plus légère. Le dispositif pourrait alors être à usage
décoratif comme des simulations de vagues ou
scientifique pour réaliser certaines expériences. On
peut citer des fontaines et des piscines comme
applications concrètes.

15 Un ressaut hydraulique est une variation
brusque de niveau de la surface libre d'un liquide
(voire d'un gaz). Il correspond à une transition
brusque d'un régime d'écoulement à grande vitesse à un
régime sous-critique.

20

EXPOSE GENERAL DE L'INVENTION

L'invention permet de créer un tel ressaut
avec un dispositif très simple.

Des objets particuliers de l'invention sont
25 la maîtrise des paramètres qui permettent de régler les
caractéristiques du ressaut, ainsi que des moyens
particuliers concourant à des réalisations favorables
du dispositif.

Le phénomène de ressaut hydraulique est déjà connu, mais les conditions où il est produit consistent en général à laisser s'écouler un filet liquide d'une hauteur suffisante sur une surface horizontale : on observe alors une élévation du niveau du liquide à un rayon déterminé du point de chute du liquide. De tels dispositifs et procédés semblent praticables seulement à très petite échelle, faute de quoi le débit et la hauteur de chute, nécessaires pour produire une charge suffisante dans le liquide ou un ressaut de dimensions notables, devraient être tout à fait excessifs. Ils ne se prêtent pas non plus à un ajustement des paramètres du ressaut.

Il faut ajouter que des ressauts non circulaires, polygonaux ou en lobes par exemple, de quelques centimètres de diamètre, ont aussi été obtenus en soumettant l'écoulement à des conditions particulières, notamment en le laissant d'abord couler dans un tuyau dont l'extrémité inférieure était une buse : la forme du ressaut dépendait du diamètre d'ajutage de la buse. Il était toutefois constaté que ces formes étaient souvent instables, et qu'elles dépendaient aussi de la tension de surface du liquide, qui limite ces phénomènes aux installations de taille centimétrique. Il est par ailleurs manifeste que de tels dispositifs à buse ne se prêtent pas facilement à des réglages des conditions de l'écoulement et des paramètres du ressaut.

Il est aussi connu que des ressauts hydrauliques apparaissent à la jonction d'écoulements torrentiels et d'écoulements fluviaux dans la nature ou

en aval de barrages. Les ressauts observés alors sont normalement turbulents, instables, de forme irrégulière, et particulièrement riches en bulles d'air : ils n'ont donc pas de valeur décorative et ne
5 se prêtent qu'exceptionnellement à des applications de loisirs, comme le surf sur les mascarets lors des grandes marées. Le réglage de leurs paramètres n'est encore guère concevable.

Certaines installations de l'art antérieur
10 permettant aussi de créer un ressaut hydraulique (US-A-5 044 554, WO-A-2004/076 779 ou WO-A-93/15801), mais avec des écoulements divergents ou linéaires comme précédemment. Il apparaît que les caractéristiques du ressaut sont alors difficiles à régler ou modifier.

15 L'utilisation de l'invention permettra par contre d'obtenir facilement des ressauts hydrauliques ayant des caractéristiques désirées de forme, de dimensions et de stabilité, et de régler facilement ces caractéristiques de manière notamment à changer leur
20 forme, en passant d'une forme régulière, circulaire par exemple, à irrégulière, polygonale par exemple, ou vice-versa, et d'un ressaut stable à un ressaut instable ou vice-versa.

Sous une forme générale, l'invention
25 concerne un dispositif de création d'un ressaut hydraulique, comprenant une surface de fond pouvant-être occupée par un fluide en circulation, la surface de fond s'étendant entre une région d'entrée du fluide et une région de sortie du fluide et s'abaissant de la
30 région d'entrée à la région de sortie, et comprenant encore un muret joint à la surface de fond au niveau de

la région de sortie du fluide s'étendant au-dessus de la surface de fond et pourvu d'un bord supérieur de débordement du fluide, et un élément d'évacuation du fluide séparé de la surface de fond par le muret ; le
5 dispositif peut être, entre autres applications, une fontaine ou une piscine ; lorsque la surface de fond est occupée par un fluide en circulation, le ressaut se produit notamment entre la région d'entrée et la région de sortie. Selon les circonstances, le ressaut peut
10 être stable (immobile dans le dispositif) ou non. Dans le cas où il est instable, sa position est généralement oscillante ou périodique dans le dispositif.

Une caractéristique essentielle de l'invention est que le dispositif permet
15 l'établissement d'une circulation convergente du fluide, de la région d'entrée, vers la région de sortie.

Seul un dispositif convergent permet d'animer le ressaut hydraulique en le rendant mobile ou
20 instable dans l'étendue du dispositif au moyen d'un mouvement oscillatoire. L'originalité de l'invention est fondée sur la capacité à maîtriser le caractère stable ou oscillatoire des mouvements non axisymétriques du ressaut et la fréquence des
25 oscillations par un choix approprié de la forme de la surface d'écoulement et par le choix du débit. Il faut souligner que l'oscillation du ressaut ne provient pas d'oscillations du débit lui-même, mais d'un phénomène d'instabilité non radial, qui ne se déclenche que dans
30 un écoulement convergent à débit constant. Le ressaut perd naturellement sa forme circulaire au profit de

formes échancrées, comme on en représentera et dont un exemple est une forme en coeur tournant de façon cyclique. L'instabilité du ressaut est évidemment précieuse pour certaines activités, par exemple
5 certaines activités de loisirs comme la pratique du surf. L'écoulement convergent représente donc beaucoup plus qu'une variante de réalisation d'installations existantes à écoulement divergent ou linéaire.

Dans une situation fréquente, le dispositif
10 est annulaire, la région de sortie du fluide étant entourée par la région d'entrée, toutes deux circulaires : le ressaut est alors une ligne circulaire. Cette définition ne doit pourtant pas être entendue trop strictement, puisque des régions en
15 cercles irréguliers, elliptiques par exemple, donnent des résultats analogues, de même que les régions qui ne sont pas fermées mais s'étendant seulement sur des portions de cercles par exemple : la caractéristique qu'il est souhaitable d'instaurer est un écoulement
20 convergent favorisant la création d'un ressaut de hauteur notable sur une région de largeur petite ou beaucoup plus petite que la largeur de la région d'entrée du fluide, avec des facultés de régler plus facilement les caractéristiques du ressaut.

25 La fonction de la région d'entrée est de fournir le fluide à un débit et une vitesse suffisantes. Cette vitesse peut être acquise par gravité quand la région d'entrée est formée par un second muret, joint à la surface de fond, s'étendant
30 au-dessus de la surface de fond et pourvu d'un bord supérieur de débordement du fluide, et un élément

d'introduction du fluide séparé de la surface de fond par le second muret.

La région d'entrée peut aussi être produite par une fente s'étendant au-dessus de la surface de fond, mais éventuellement à une faible altitude, et l'énergie du fluide est alors acquise par une restriction de l'écoulement sous pression à travers la fente.

Un des moyens de réglage des caractéristiques de l'écoulement, afin de régler celles du ressaut, peut alors consister en ce qu'une plaque supérieure délimite la fente en formant une limite supérieure de la fente, le dispositif comprenant encore des moyens de réglage de hauteur de la plaque supérieure et d'épaisseur de la fente.

La surface de fond aura souvent une pente croissante de la région d'entrée du fluide à la région de sortie du fluide, par exemple une fonction hyperbolique de hauteur en fonction d'une position entre la région d'entrée du fluide et la région de sortie du fluide.

Le dispositif peut fonctionner en circuit fermé, comprenant une pompe et s'étendant entre la région de sortie du liquide et la région d'entrée du liquide. La pompe sera alors avantageusement réglable afin d'ajuster le débit du liquide.

Dans le cas fréquent d'un dispositif de grande largeur, où le ressaut s'étendra sur une longueur importante, on cherchera souvent à égaliser le débit d'écoulement sur une ligne régulière à distance constante entre la région d'entrée et la région de

sortie du fluide. Or le circuit fermé sera en général composé de canalisations débouchant à des emplacements discrets de la région d'entrée du fluide ; mais l'écoulement pourra néanmoins être uniformisé au moyen
5 d'un lit de répartition du débit construit en matière poreuse devant lequel les canalisations déboucheront.

Dans d'autres circonstances, un ressaut de forme irrégulière sera recherché. Un moyen de le réaliser consistera alors à disposer des obstacles de
10 façon discrète en certains endroits de la direction de la largeur du dispositif de manière à intercepter des portions séparées de l'écoulement du fluide et à créer donc des irrégularités de l'écoulement.

Dans certains cas, on cherchera à donner au
15 fluide injecté une composante de vitesse transversale, par exemple afin d'induire un mouvement de rotation si l'injection est annulaire. Des gouvernails de guidage constitués de plaquettes verticales, disposés tout au long de la région d'entrée, pourront être orientés afin
20 de régler spatialement et temporairement la direction du fluide injecté.

Des obstacles particuliers consisteront en des variations de hauteur de la plaque supérieure dans le cas où la région d'entrée du fluide est une fente :
25 la plaque supérieure sera alors souple, et les moyens de réglage de sa hauteur comprendront une pluralité de moyens distincts qui seront réglables indépendamment.

D'autres façons de régler les caractéristiques du ressaut consisteront à construire
30 le dispositif en parties séparées mutuellement mobiles : c'est ainsi que le muret pourra être mobile

verticalement par rapport à la surface de fond, et de façon analogue, la région d'entrée du fluide pourra appartenir à une pièce mobile verticalement par rapport à la surface de fond, afin de régler sa hauteur.

5 L'invention est encore relative à un procédé de création d'un ressaut hydraulique, consistant à verser un fluide sur une partie supérieure d'une surface inclinée, à un débit supérieur à un seuil, à créer un écoulement sur la surface inclinée,
10 et à créer une rétention d'un volume du fluide à une partie inférieure de la surface inclinée. L'écoulement est convergent sur la surface inclinée, dont la partie supérieure est plus large que la partie inférieure.

Le ressaut peut être stationnaire ou
15 instable, comme on l'a déjà mentionné. Dans ce dernier cas, avec une surface inclinée annulaire, le ressaut peut consister en une ligne fermée, excentrée par rapport à la surface inclinée, et tournante.

D'autres aspects détails et
20 caractéristiques de l'invention seront maintenant décrits en liaison aux figures, qui sont données à titre illustratif, afin de représenter complètement certaines réalisations possibles de l'invention.

25 LISTE DES FIGURES

Les figures 1 et 2 représentent une première réalisation de l'invention en coupe diamétrale et vue de dessus ; les figures 3 et 4 représentent deux formes possibles de ressaut ; les figures 5, 6, 7, 8 et
30 9 représentent une deuxième réalisation de l'invention, avec deux variantes ; la figure 10 illustre une

application particulière de l'invention ; la figure 11 illustre un autre mode de réalisation de l'invention ; et les figures 12, 13 et 14 illustrent des dispositifs d'infléchissement de l'écoulement.

5

DESCRIPTION DE MODES DE REALISATION PREFERES

Un premier mode de réalisation est représenté à la figure 1. Le dispositif est vu en coupe diamétrale et sa forme est circulaire. Il est composé de quatre éléments principaux, à savoir un liquide, un élément d'entrée du liquide, une surface d'écoulement du liquide et un élément d'évacuation du liquide. Des éléments optionnels sont un réservoir du liquide, un circuit de distribution du liquide, et une pompe. Le liquide s'écoule de l'élément d'injection à l'élément d'évacuation sur la surface d'écoulement en formant un ressaut (1), c'est-à-dire une élévation brusque du niveau de la surface libre (2).

L'élément d'entrée (3) comprend un fond (4), des parois (5 et 6) concentriques, et une plaque supérieure (7) qui délimitent une tranchée (8) circulaire occupée par le liquide. La plaque supérieure (7) est fixée à la paroi extérieure (5) de façon étanche par un joint de silicone (9). Elle s'étend un peu au-dessus de la paroi intérieure (6) en formant une fente (10) circulaire. Elle est déformable et peut être pressée vers le bas par la rotation d'un certain nombre de tiges filetées (11) retenues dans des écrous prisonniers de potences (12) suspendues à des tiges filetées (13) encastrées dans la paroi extérieure (5). Le pressage de la plaque supérieure (7) produit une

diminution d'épaisseur de la fente (10) et, à débit égal du liquide, une augmentation de sa vitesse. Le fond de la tranchée (8) comprend, étalés sur une grille (14), un lit inférieur (15) de billes d'argile et un
5 lit supérieur (16) de gravier, qui servent à répartir le débit de fluide sur le pourtour de la fente (10). Le circuit de distribution (17) comprend en effet un premier tuyau (18) originaire du réservoir (19) et aboutissant à la pompe (20), et des tuyaux de
10 distribution (21) partant de la pompe (20) et aboutissant à des nez de robinet (22) répartis à travers la plaque de fond (4) mais en trop petit nombre pour fournir un écoulement suffisamment uniforme à travers la fente (10) sans passer par les lits (15 et
15 16) en matière poreuse.

La surface d'écoulement (23) s'abaisse à partir de la fente (10) jusqu'à l'élément d'évacuation
5 24) du liquide, qui consiste en un tube (25) disposé à travers un trou central de la surface d'écoulement (23)
20 et qui est situé au-dessus du réservoir (19), qui est ouvert. Le tube (25) est joint à la surface d'écoulement (23) en s'élevant au-dessus d'elle et forme donc un muret (26) circulaire créant un volume de rétention (27) de l'écoulement convergent. Le liquide
25 coule donc sur la surface d'écoulement (23) d'une région d'entrée (la fente 10) à une région de sortie (le bord supérieur 28) qui sont concentriques, s'accumule dans le volume de rétention (27), et l'antagonisme entre le liquide coulant et le liquide
30 retenu est la cause du ressaut (1) ; puis le liquide quitte la surface d'écoulement (23) en débordant du

bord supérieur (28) du tube (26) et en tombant dans le tube (26) puis dans le réservoir (19), où il est recyclé par le circuit de distribution (17).

La figure 2 est une vue de dessus du dispositif, qui montre le caractère circulaire ou annulaire des principaux éléments. Les moyens de pressage, comprenant les tiges filetées (11), de la plaque supérieure (7) sont toutefois discrets, au nombre de seize dans cette réalisation.

A l'exception d'une portion plane (29) extérieure se raccordant en haut de la cloison intérieure (6) et délimitant la fente (10), la surface d'écoulement (23) a une forme hyperbolique dont la hauteur Z est inversement proportionnelle au rayon R à une constante près ($Z = A-B/R$).

Les caractéristiques du ressaut dépendent des caractéristiques géométriques du dispositif et de l'écoulement, notamment du débit. Si on appelle H la profondeur de l'écoulement à un rayon R déterminé, la vitesse des vagues dont la longueur d'onde est grande par rapport à la profondeur s'exprime par

$$c = \sqrt{gH},$$

où g est la constante de gravité,

le débit par

$$Q = 2\pi R H v$$

où v est la vitesse de l'écoulement du liquide

et le nombre de Froude est égal à

$$Fr = |v|/c.$$

L'apparition du ressaut (1) hydraulique nécessite que le liquide injecté atteigne une vitesse supérieure à celle des vagues, ou que le nombre de Froude soit supérieur à 1. La hauteur du ressaut est
 5 définie par les hauteurs H1 et H2 de part et d'autre du ressaut, par la formule

$$\frac{H_2}{H_1} = \frac{(1 + 8Fr_1^2)^{\frac{1}{2}} - 1}{2},$$

où Fr_1 est le nombre de froude à l'endroit du ressaut. La profondeur H_1 peut s'écrire

10
$$H_1 = \frac{Q}{2^{\frac{3}{2}} \pi R_j (g H_{pot})^{\frac{1}{2}}},$$

où $H_{pot} = \frac{v_1^2}{2g}$ (hauteur de chute libre correspondant à la vitesse locale) et R_j est le rayon du ressaut (1). La période caractéristique des oscillations du ressaut instable (1) peut être approchée par

15
$$\tau_{adv} \sim \frac{R_j - r_{out}}{v_2}.$$

où r_{out} est le rayon extérieur de la surface d'écoulement (23), à l'endroit de la fente (10), et v_2 est la vitesse du liquide en aval du ressaut (1), soit encore

20
$$\tau_{adv} \sim \frac{R_j - r_{out}}{(2g H_{pot})^{\frac{1}{2}}} \frac{H_2}{H_1}.$$

Le débit Q doit être supérieur à

$$2^{\frac{3}{2}} g^{\frac{1}{2}} \pi R_j H_{pot}^{\frac{3}{2}} .$$

Le comportement du ressaut (1) change d'après la valeur du nombre de Froude Fr et peut être choisi selon les caractéristiques souhaitées :

- 5 - de 1,7 à 2,5, le ressaut est faible et laminaire ;
- de 2,5 à 4,5, il est transitoire et génère de petites vagues ;
- de 4,5 à 9, il est équilibré et stationnaire ;
- 10 - au-dessus de 9, il est irrégulier et génère des vagues, éclaboussures et bulles.

Les formules approchées suivantes pourront aussi être utilisées :

$$H_1 \approx \frac{Q}{R_j H_{pot}^{\frac{1}{2}}} ;$$

15

$$H_2 \approx \frac{Q^{\frac{1}{2}} H_{pot}^{\frac{1}{4}}}{R_i^{\frac{1}{2}}} ;$$

$$\tau_{adv} \approx \frac{R_j^{\frac{3}{2}} H_{pot}^{\frac{1}{4}}}{Q^{\frac{1}{2}}} .$$

En termes de vitesse, avec le critère Fr>1
 20 dans le champ de gravité terrestre, on peut observer le ressaut hydraulique (1) pour un débit de fluide satisfaisant à la relation $v^2/h > 10 \text{ m/s}^2$ à l'injection, où v représente donc la vitesse du liquide à travers la fente (10) et h la hauteur de celle-ci. On a aussi
 25 observé que le diamètre du ressaut hydraulique (1) est

d'autant plus grand que la hauteur du muret (26) est importante. De façon analogue, une surface d'écoulement (23) très creusée vers le centre, ayant donc un volume de rétention (27) important, conduit à un temps
5 d'oscillation plus long du ressaut (1) qu'une surface presque plane. Les écoulements convergents ont donc l'avantage de donner cette plus grande stabilité avec un volume de rétention (27) réduit, puisque s'étendant sur un cercle plus petit qu'avec d'autres écoulements.

10 Quand le ressaut (1) n'est pas stationnaire, au-delà d'une valeur critique du débit, il prend dans ce mode de réalisation l'aspect (figure 3) d'une ligne continue sensiblement circulaire mais excentrée de l'axe du dispositif et qui se déplace en
15 tournant dans la direction angulaire de la surface d'écoulement (23), de sorte que chaque endroit de celle-ci voit régulièrement passer le ressaut (1) en montant et en descendant, sauf aux rayons extrêmes. Il est aussi possible (figure 4) de créer des ressauts (1)
20 non circulaires, en modifiant les caractéristiques de l'écoulement par des obstacles locaux qui rompent son uniformité : si par exemple la plaque supérieure (7) possède une souplesse, la fente (10) peut être plus étroite sous les tiges filetées (11) qu'entre elles, ce
25 qui produit des variations du rayon du ressaut (1) et un motif en étoile.

Un autre mode de réalisation sera maintenant décrit au moyen des figures 5 à 9. Il comprend deux calottes emboîtées l'une dans l'autre, de
30 forme à peu près hémisphérique avec une concavité orientée vers le bas. Une calotte externe (30) repose

sur un socle (31). Une calotte interne (32) renferme le réservoir, maintenant (33), et soutient le dispositif d'écoulement (34) et l'élément d'évacuation du liquide (35). Une pompe (36) est disposée dans le réservoir
5 (33) et refoule le liquide qui y est tombé dans le volume circulaire (37) intermédiaire aux calottes (30 et 32), où il s'élève.

Le sommet de la calotte interne (32) est joint à un rebord (38) qui forme l'élément d'entrée de
10 fluide et qui s'étend au-dessus de la surface d'écoulement (34). Le liquide en excès déborde du rebord (38) et atteint la surface d'écoulement (34) avec une vitesse qui dépend de la hauteur de surplomb du rebord (38). Les caractéristiques de l'écoulement et
15 du ressaut (1) sur la surface d'écoulement (34) sont inchangées et dépendent des mêmes paramètres que dans le mode de réalisation précédent. Un avantage du mode présent est qu'il est simple de forme et de construction. Un autre avantage est que la hauteur du
20 rebord (38) par rapport à la surface d'écoulement (34), et donc la vitesse d'arrivée du liquide peut être réglée. Dans la réalisation des figures 6 et 7, où les calottes (30 et 32) sont à des positions invariables garanties par des espaceurs (39), le rebord (38) est
25 vissé à l'extérieur de la calotte interne (32) et des moteurs (40) règlent la hauteur du rebord (38) en agissant sur des crémaillères verticales (41) établies sur la surface interne du rebord (38), au-dessous de la surface d'écoulement (34), par des pignons
30 d'entraînement non représentés ; des joints (60) et (61) sont disposés à l'extérieur de la surface

d'écoulement (34) en face du rebord (38) et frottant sur lui, et autour de transmission (62) disposées à la sortie des moteurs (40) et à travers la calotte interne (32), ce qui élève ou abaisse le rebord (38) entre les états des figures 6 et 7. Dans le mode de réalisation des figures 8 et 9, des espaceurs (42) relient le rebord (38) à la calotte externe (30), et c'est la hauteur de la calotte interne (32) qui varie sous la rotation du moteur (40). Le même effet de variation de hauteur du rebord (38) par rapport à la surface d'écoulement (34) est obtenu.

La figure 10 représente l'application possible de l'invention à une piscine creusée entièrement dans le sol. La surface d'écoulement (43), en entonnoir, est entourée par une fosse circulaire (44) où l'eau est recyclée à partir de conduits (45) munis de pompes et rayonnant à partir d'un puits central (47) qui correspond à l'élément d'évacuation de liquide et à peu de distance duquel la surface d'écoulement (43) s'arrête. Les conduits (45) débouchent dans la fosse circulaire (44), et l'eau recyclée s'y élève jusqu'à déborder et couler dans la surface d'écoulement (43) comme précédemment. Une plate-forme (48) centrale couvre le puits (47), et des filets (49) de protection tendus entre la plate-forme (48) et la surface d'écoulement (43) achèvent de séparer les baigneurs de l'orifice du puits (47). La plate-forme (48) est suspendue à une passerelle (50) en forme de flèche par laquelle les baigneurs accèdent à la piscine ou en ressortent. L'accès peut éventuellement être possible directement par

l'extérieur de la surface (43) qui fait alors office de toboggan.

Quelques autres caractéristiques optionnelles de l'invention seront maintenant décrites.

5 La figure 11, qui est une vue de dessus d'un dispositif analogue par ailleurs à celui des figures 1 à 4 par exemple, montre qu'un écoulement convergent peut être réalisé avec un élément d'entrée 3 à la fois elliptique et s'étendant sur un secteur de cercle, l'élément
10 d'évacuation (24) s'étendant lui aussi sur un secteur de cercle et les deux étant limités par un mur vertical (63) en forme d'angle qui donne deux limites latérales au dispositif et à l'écoulement. Le ressaut (1) a encore la forme d'une ligne continue, ici plus ou moins
15 elliptique, entourant l'élément d'évacuation (24) d'un des pans du mur vertical (63) à l'autre. Les autres caractéristiques du procédé ne sont pas véritablement modifiées.

D'autres caractéristiques de l'écoulement
20 et du ressaut peuvent être modifiées en instaurant une composante de vitesse angulaire à l'écoulement de fluide par des gouvernails placés à la région d'entrée du liquide. Ces gouvernails sont particulièrement bien adaptés à la configuration à la fente (10) des figures
25 1 à 4, à travers laquelle la vitesse initiale du fluide est importante. Les gouvernails consistent en des panneaux répartis régulièrement autour de la circonférence de l'élément d'entrée (3) et mobile, généralement à l'unisson, autour d'axes verticaux au
30 moyen de moteurs (59). Des dispositions spéciales doivent toutefois être prises quand la fente (10) a une

hauteur variable : cela est représenté sur les figures suivantes.

Un mode de réalisation un peu différent est décrit aux moyens des figures 12, 13 et 14. Les gouvernails (75) comprennent des panneaux rectangulaires orientés horizontalement, mobiles en translation uniquement. On trouve un panneau simple (76) et un panneau creux (77) dans lequel le précédent coulisse. De plus, les panneaux (76) et (77) sont alternativement fixés à l'axe supérieur (65) et à l'axe inférieur (66) pour limiter les irrégularités d'écoulement dues à leurs épaisseurs différentes. Les panneaux (76) et (77) sont fixés aux axes (65) et (66) rigidement, leurs bords principaux sont horizontaux et leurs bords extrêmes sont adjacents à la plaque supérieure (7) et à la surface d'écoulement (23). Les panneaux creux (77) sont plus épais près de l'axe auquel ils sont fixés afin de posséder une rigidité suffisante mais s'amincissent vers les panneaux pleins (76) ; tous les panneaux (76) et (77) s'amincissent aussi en direction de l'écoulement du fluide en s'éloignant des axes (65) et (66), comme on le voit bien à la figure 14, afin de ne pas perturber l'écoulement à l'excès. Un tel dispositif pourrait être généralisé à un plus grand nombre de panneaux agencés en un agencement télescopique et coulissant les uns sur les autres (liés à leurs voisins par des glissières verticales par exemple), les deux extrémités de l'agencement étant fixées aux axes (65) et (66).

REVENDICATIONS

1. Dispositif de création d'un ressaut (1) hydraulique, comprenant une surface d'écoulement occupée par un fluide en circulation, la surface d'écoulement (23, 24) s'étendant entre une région d'entrée du fluide et une région de sortie du fluide et s'abaissant de la région d'entrée à la région de sortie, et comprenant encore un muret (26) joint à la surface d'écoulement à la région de sortie du fluide, s'étendant au-dessus de la surface d'écoulement et pourvu d'un bord supérieur de débordement du fluide, et un élément d'évacuation (24) du fluide séparé de la surface d'écoulement par le muret, caractérisé en ce que la surface d'écoulement, la région d'entrée du fluide, la région de sortie du fluide et le muret sont concentriques, la région d'entrée du fluide entourant la région de sortie du fluide.

2. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 1, où la région d'entrée est formée par un second muret (38) , joint à la surface d'écoulement, s'étendant au-dessus de la surface d'écoulement et pourvu d'un bord supérieur de débordement du fluide, et un élément d'introduction du fluide séparé de la surface d'écoulement par le second muret.

3. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 1, où la région d'entrée du fluide est une fente (10) s'étendant au-dessus de la surface d'écoulement.

4. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 3, où une plaque supérieure (7) délimite la fente en formant une limite supérieure de la fente, le dispositif comprenant encore des moyens de réglage de hauteur de la plaque supérieure, et d'épaisseur de la fente.

5. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 1, où la surface d'écoulement a une pente croissante de la région d'entrée du fluide à la région de sortie du fluide.

6. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 5, où la surface d'écoulement suit une fonction hyperbolique de hauteur en fonction d'une position entre la région d'entrée du fluide et la région de sortie du fluide.

7. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 1, comprenant un circuit fermé du fluide, comprenant une pompe (20, 36), entre la région de sortie du fluide et la région d'entrée du fluide.

8. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 1, comprenant des moyens de réglage de débit du fluide.

9. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 7, où le circuit fermé comprend des canalisations (21) débouchant dans la région d'entrée du fluide, et la région d'entrée du

fluide comprend un lit (15, 16) de répartition du débit en matière poreuse devant lequel les canalisations débouchent.

5 10. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 1, comprenant des obstacles au fluide s'étendant en certains endroits d'une direction de largeur du dispositif de manière à intercepter des positions séparées d'écoulement du
10 fluide.

 11. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 4, où la plaque supérieure (7) est souple et les moyens de réglage de
15 hauteur comprennent une pluralité de moyens (11) distincts réglables indépendamment.

 12. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 1, où le muret (26)
20 est mobile verticalement par rapport à la surface d'écoulement.

 13. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 1, où la région
25 d'entrée du fluide appartient à une pièce mobile verticalement par rapport à la surface d'écoulement.

 14. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 1, où la surface
30 d'écoulement (23), la région d'entrée du liquide, la région de sortie du liquide et le muret s'étendent sur des secteurs de tour, en s'arrêtant à un mur (63) en forme d'angle.

15. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 1, comprenant des moyens de réglage de direction du fluide, disposés à la
5 région d'entrée du fluide.

16. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 15, où les moyens de réglage de direction du fluide sont des gouvernails
10 (75) pivotant chacun autour d'un axe vertical et répartis le long de la région d'entrée du fluide.

17. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 4, comprenant des
15 moyens de réglage de direction du fluide, disposés à la région d'entrée du fluide, où les moyens de réglage de direction du fluide sont des gouvernails (75) pivotant chacun autour d'un axe vertical et répartis le long de la région d'entrée du fluide, et l'axe vertical
20 comprend deux parties (65, 66) séparées engagées à travers la plaque supérieure (7) et la surface d'écoulement (23) respectivement, et le gouvernail comprend encore des panneaux mutuellement utiles dépendant respectivement des parties de l'axe.

25

18. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon la revendication 17, où les panneaux sont agencés en un ensemble télescopique ayant des extrémités (76, 77), respectivement fixées aux parties
30 de l'axe, et coulissent les uns sur les autres.

19. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est une piscine.

5 20. Dispositif de création d'un ressaut hydraulique selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, caractérisé en ce qu'il est une fontaine.

21. Procédé de création d'un ressaut
10 hydraulique, consistant à verser un fluide sur une partie supérieure d'une surface inclinée, à un débit supérieur à un seuil, à créer un écoulement sur la surface inclinée, et à créer une rétention d'un volume
15 du fluide à une partie inférieure de la surface inclinée, caractérisé en ce que l'écoulement est convergent sur la surface inclinée, dont la partie supérieure est plus large que la partie inférieure.

22. Procédé de création d'un ressaut
20 hydraulique selon la revendication 21, où le ressaut (1) est stationnaire.

23. Procédé de création d'un ressaut
hydraulique selon la revendication 21, où le ressaut
25 (1) est instable.

24. Procédé de création d'un ressaut
hydraulique selon la revendication 21, où la surface
inclinée est annulaire et le ressaut est une ligne
30 fermée, excentrée par rapport à la surface inclinée, et tournante.

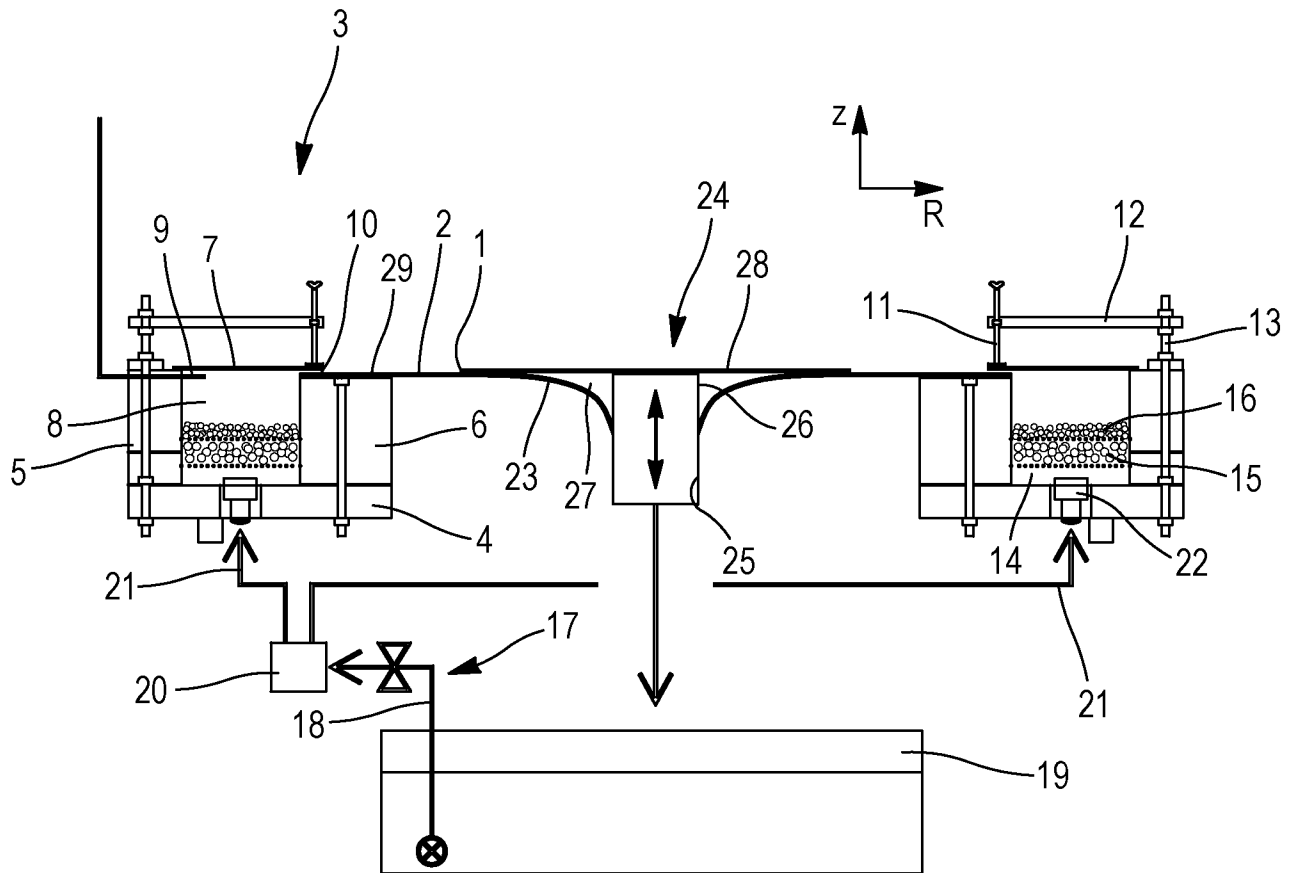


FIG. 1

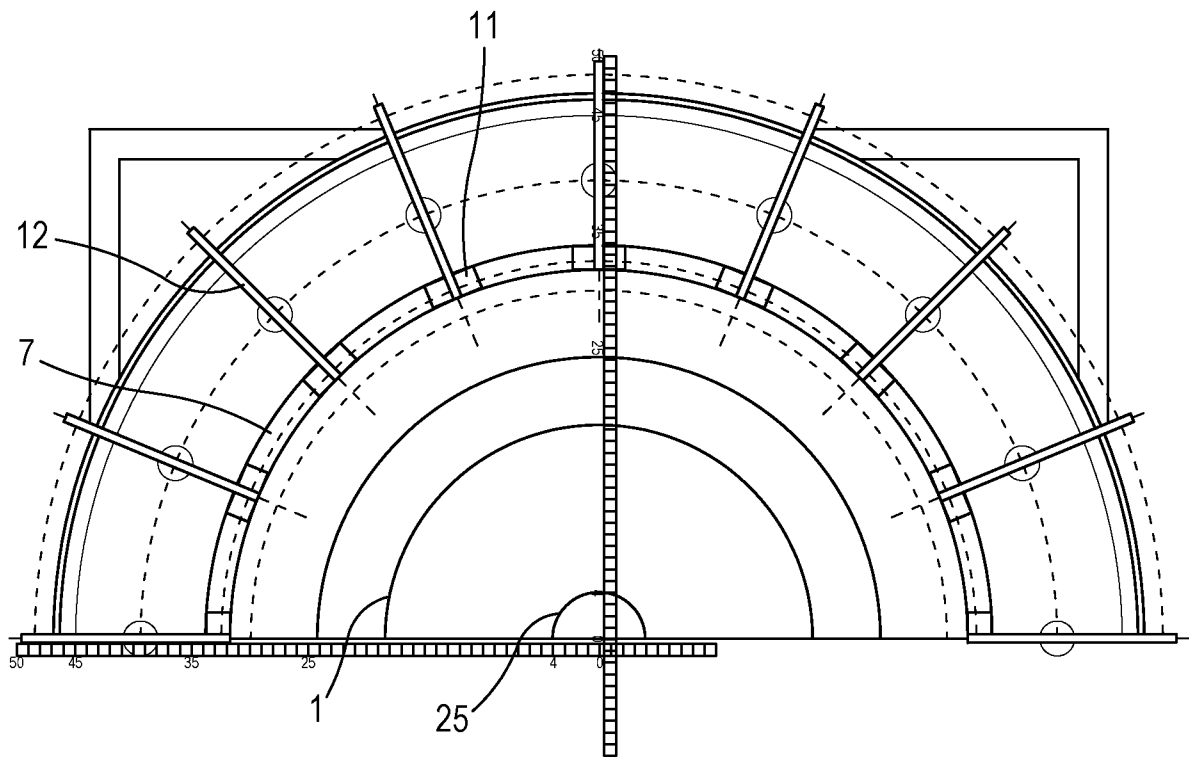


FIG. 2

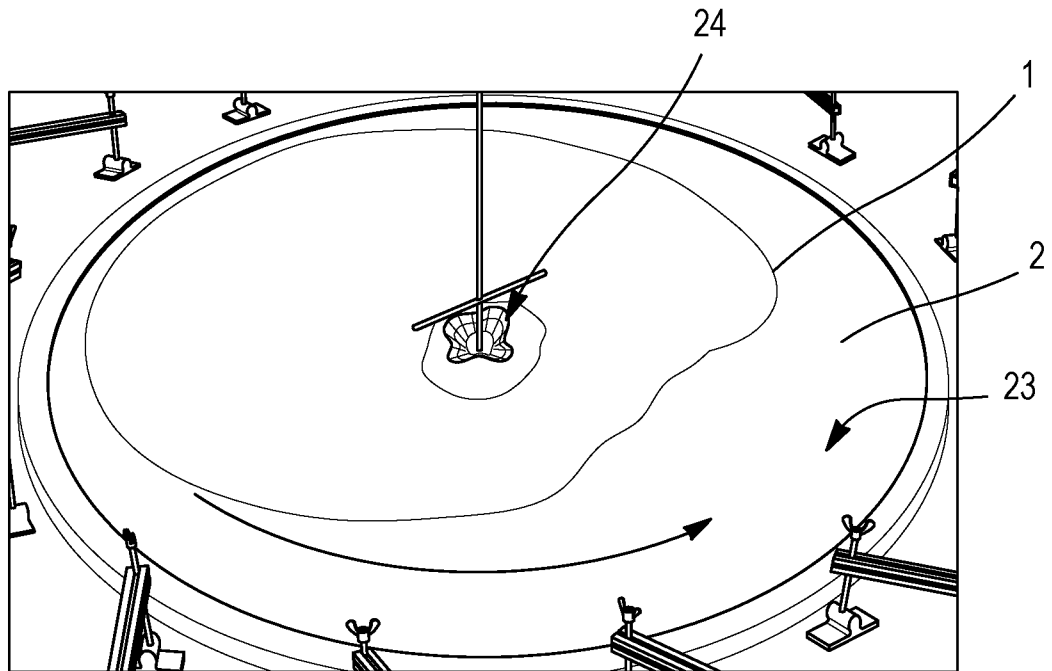


FIG. 3

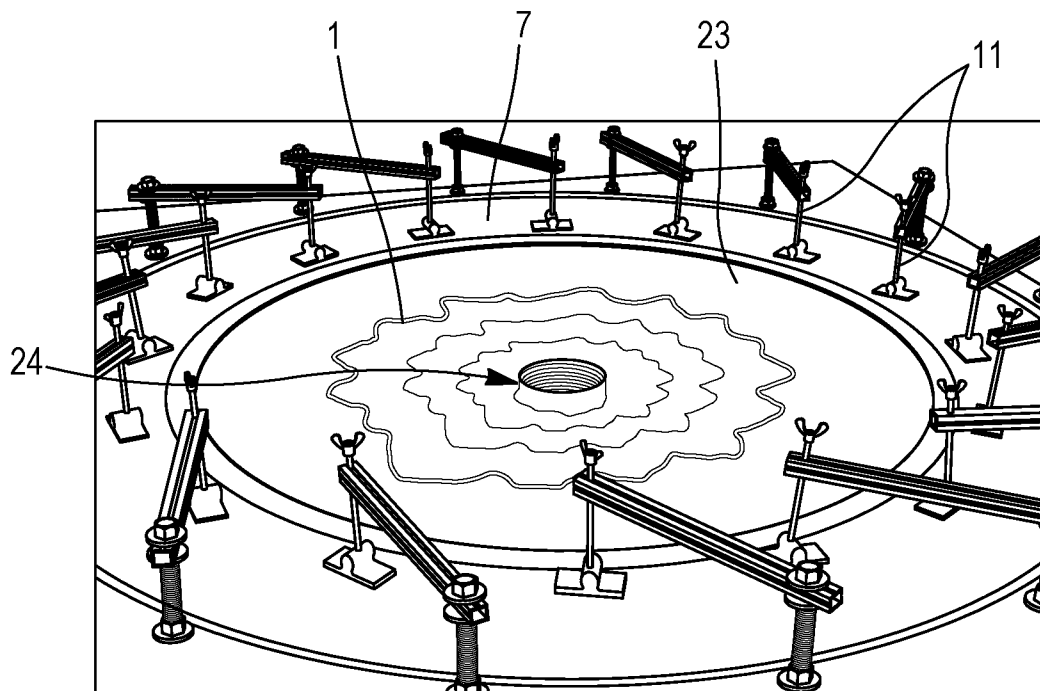


FIG. 4

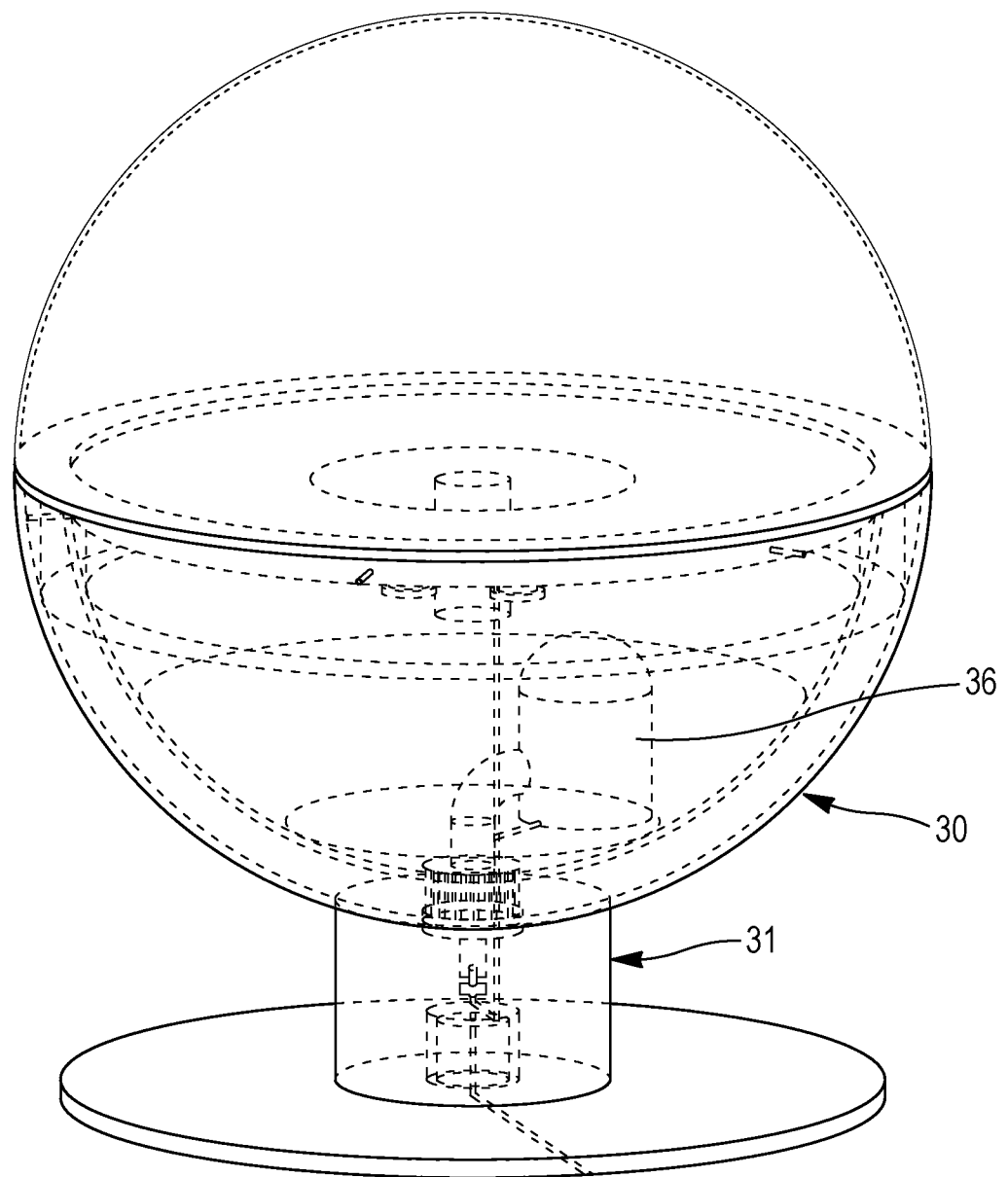


FIG. 5

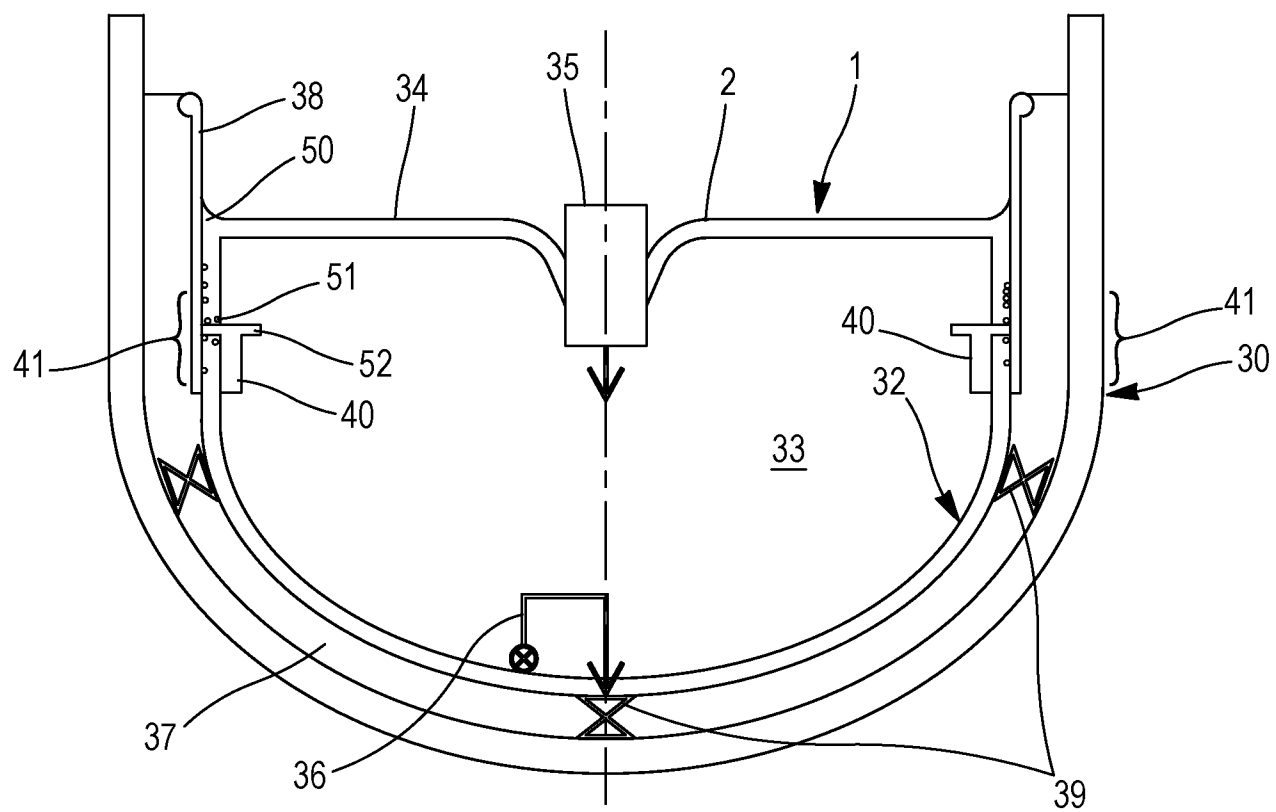


FIG. 6

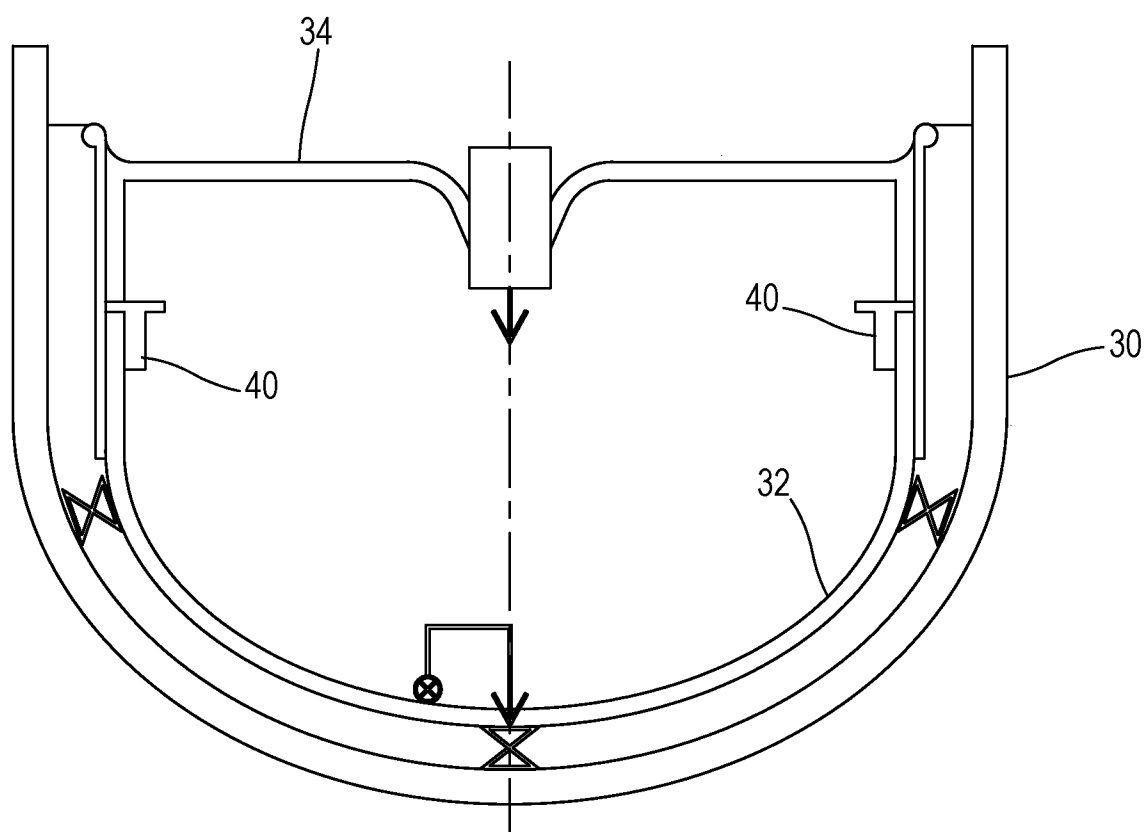


FIG. 7

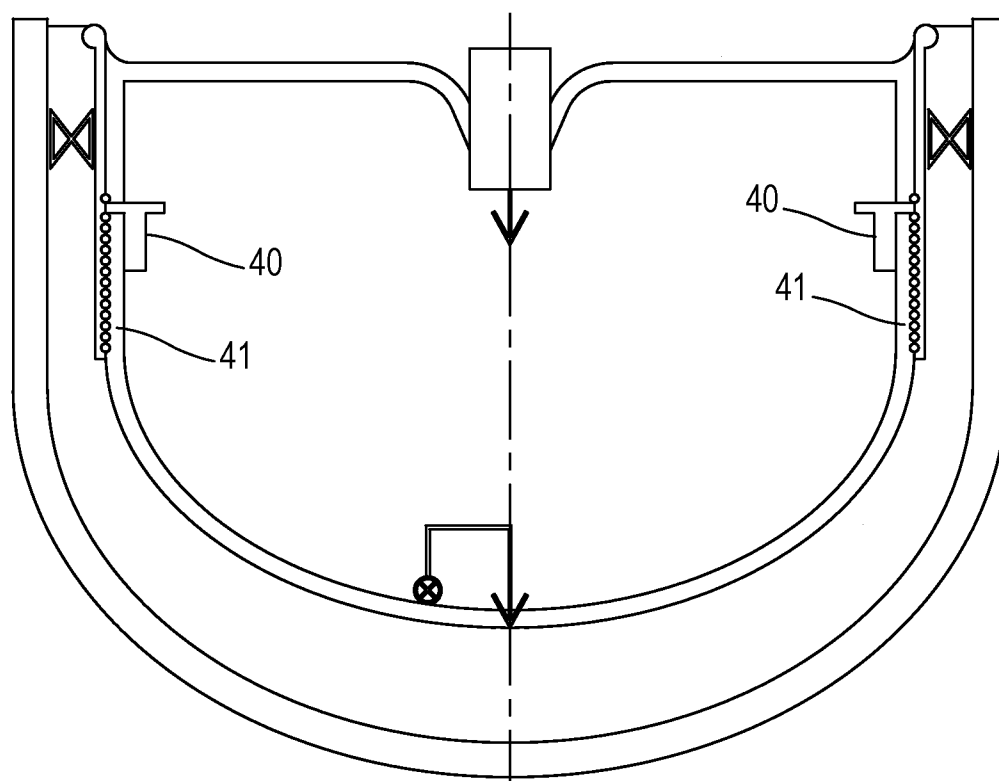


FIG. 8

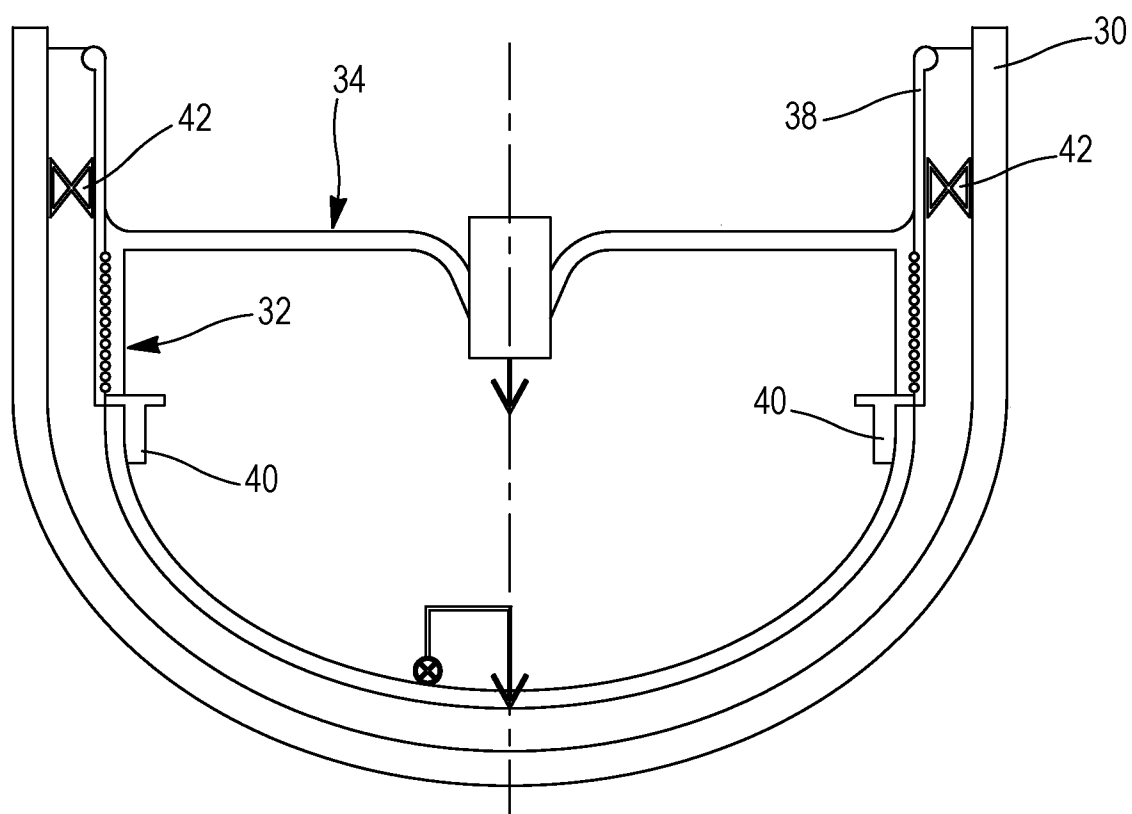


FIG. 9

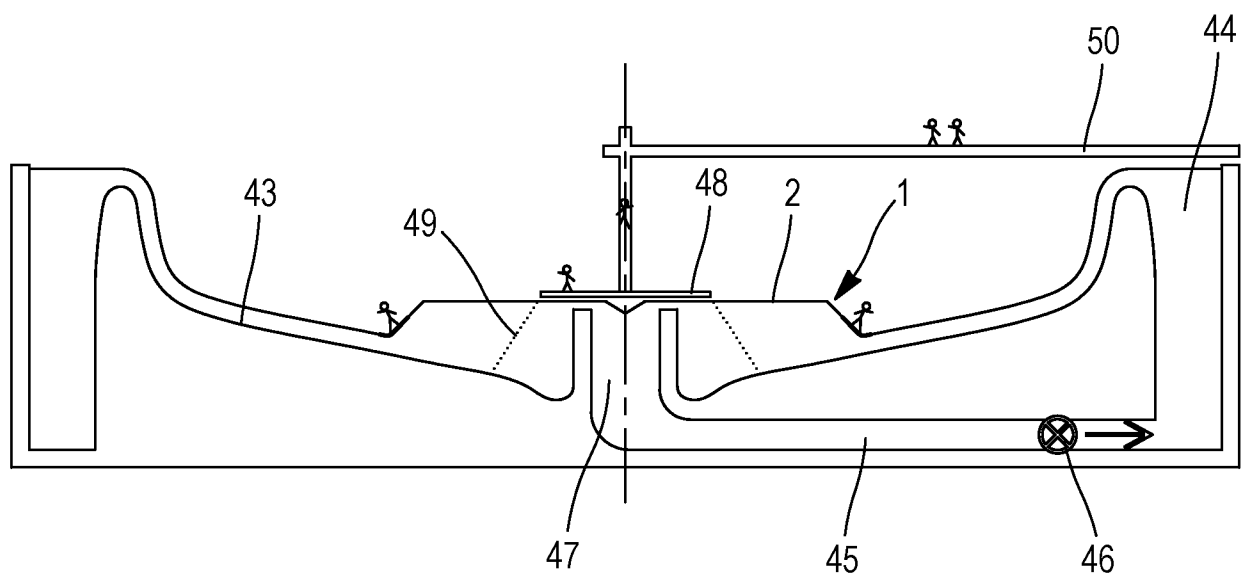


FIG. 10

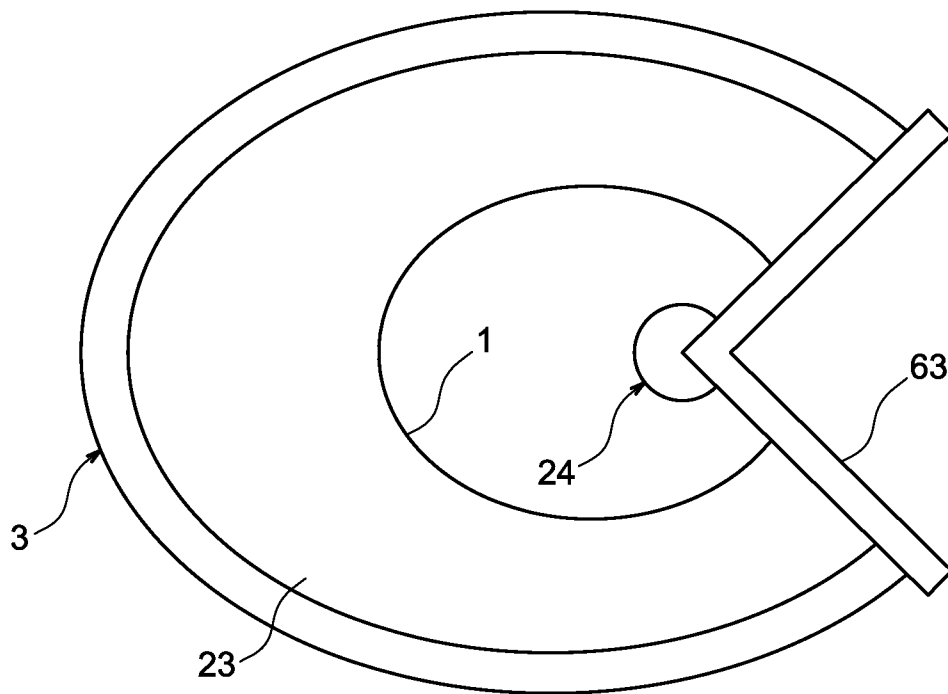


FIG. 11

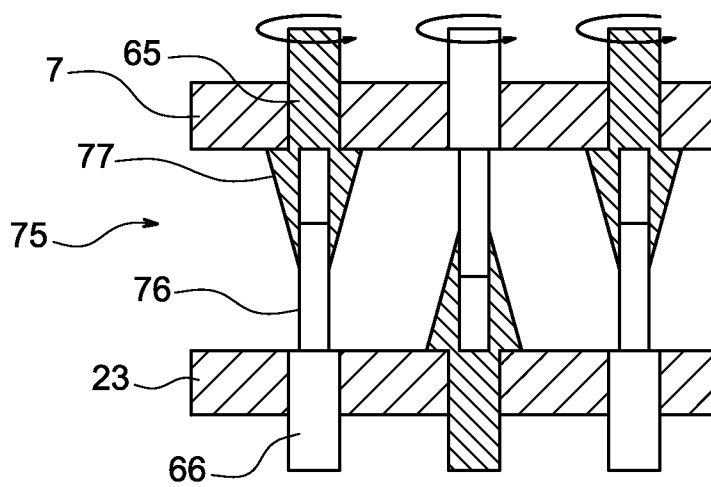


FIG. 12

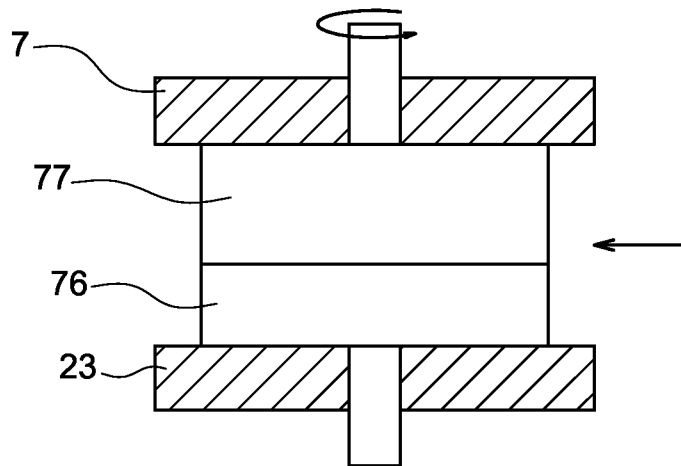


FIG. 13

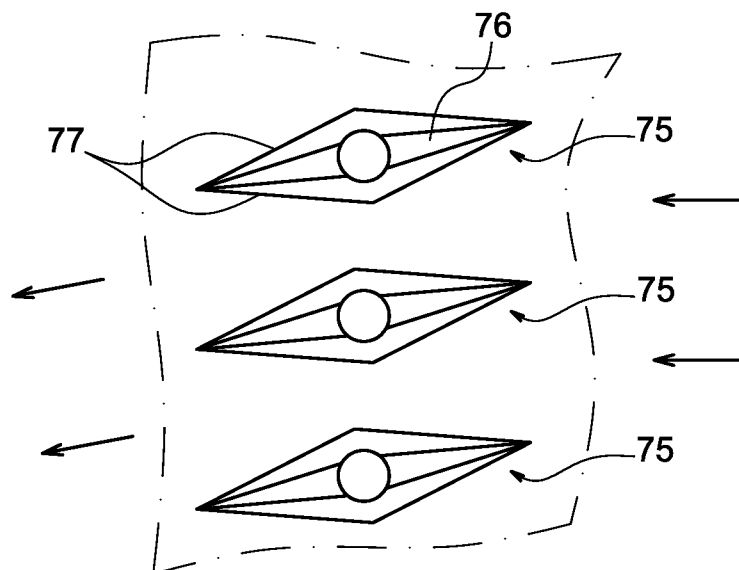


FIG. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/054041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B05B17/08 E04H4/00 F15D1/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B05B E04H F15D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 044 554 A (FULLER MARK W [US] ET AL) 3 September 1991 (1991-09-03) the whole document	1,3, 5-10,14, 15,20-24
X	WO 2004/076779 A1 (AUFLEGER MARKUS [DE]; GRUBER MARKUS [DE]; REIF BERND [DE]) 10 September 2004 (2004-09-10)	21-24
A	page 1, paragraph 1-2 page 9, line 21 - page 13, line 31	1
X	WO 93/15801 A1 (LIGHT WAVE LTD [US]) 19 August 1993 (1993-08-19)	21-24
A	page 3, lines 28-36; figures 1-5	1
A	JP 11 183315 A (EBARA CORP) 9 July 1999 (1999-07-09) abstract	1,21
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 6 June 2012	Date of mailing of the international search report 20/06/2012	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Toffolo, Olivier	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/054041

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5044554	A	03-09-1991	JP 2596490 B2 02-04-1997
		JP H06501191 A	10-02-1994
		US 5044554 A	03-09-1991
		WO 9116142 A1	31-10-1991

WO 2004076779	A1	10-09-2004	AT 341681 T 15-10-2006
		AU 2004215186 A1	10-09-2004
		DE 10308812 A1	16-09-2004
		EP 1606476 A1	21-12-2005
		WO 2004076779 A1	10-09-2004

WO 9315801	A1	19-08-1993	AU 3665093 A 03-09-1993
		WO 9315801 A1	19-08-1993

JP 11183315	A	09-07-1999	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2012/054041

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B05B17/08 E04H4/00 F15D1/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B05B E04H F15D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 044 554 A (FULLER MARK W [US] ET AL) 3 septembre 1991 (1991-09-03) le document en entier -----	1,3, 5-10,14, 15,20-24
X	WO 2004/076779 A1 (AUFLEGER MARKUS [DE]; GRUBER MARKUS [DE]; REIF BERND [DE]) 10 septembre 2004 (2004-09-10)	21-24
A	page 1, alinéa 1-2 page 9, ligne 21 - page 13, ligne 31 -----	1
X	WO 93/15801 A1 (LIGHT WAVE LTD [US]) 19 août 1993 (1993-08-19)	21-24
A	page 3, ligne 28-36; figures 1-5 -----	1
A	JP 11 183315 A (EBARA CORP) 9 juillet 1999 (1999-07-09) abrégé -----	1,21
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 6 juin 2012		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 20/06/2012
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Toffolo, Olivier

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2012/054041

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5044554	A	03-09-1991	JP 2596490 B2	02-04-1997
			JP H06501191 A	10-02-1994
			US 5044554 A	03-09-1991
			WO 9116142 A1	31-10-1991

WO 2004076779	A1	10-09-2004	AT 341681 T	15-10-2006
			AU 2004215186 A1	10-09-2004
			DE 10308812 A1	16-09-2004
			EP 1606476 A1	21-12-2005
			WO 2004076779 A1	10-09-2004

WO 9315801	A1	19-08-1993	AU 3665093 A	03-09-1993
			WO 9315801 A1	19-08-1993

JP 11183315	A	09-07-1999	AUCUN	
