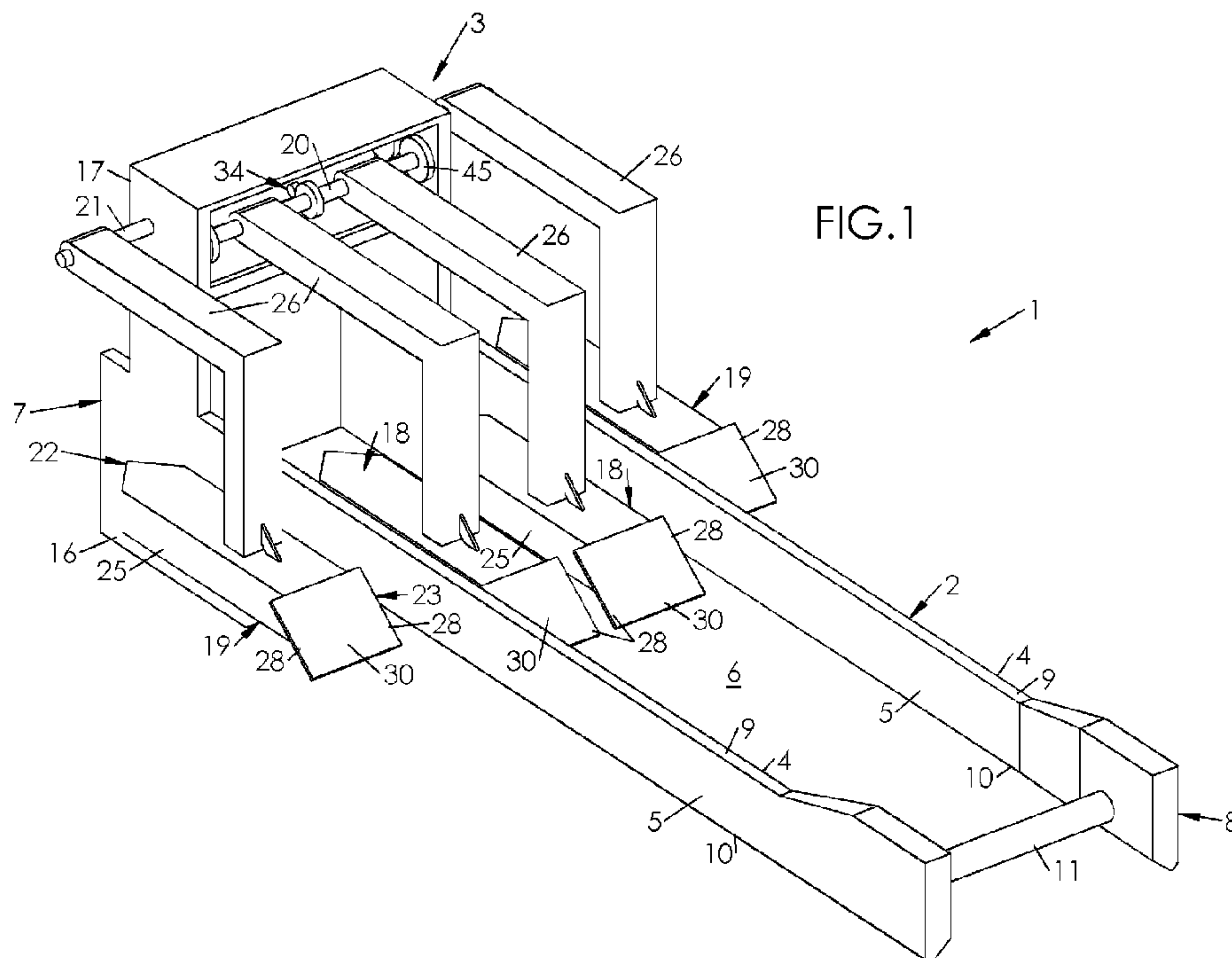




(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2015/02/26
(87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2015/09/03
(85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2016/08/25
(86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** FR 2015/050461
(87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2015/128586
(30) **Priorité/Priority:** 2014/02/26 (FR14 51557)

(51) **Cl.Int./Int.Cl. F03B 13/20** (2006.01),
E02B 9/08 (2006.01)
(71) **Demandeur/Applicant:**
WAVES RUIZ, FR
(72) **Inventeur/Inventor:**
RUIZ DIEZ, JOSE ANTONIO, FR
(74) **Agent:** BORDEN LADNER GERVAIS LLP

(54) **Titre : CENTRALE HOULOMOTRICE A FLOTTEURS DECALES**
(54) **Title: WAVE ENERGY PLANT HAVING OFFSET FLOATS**

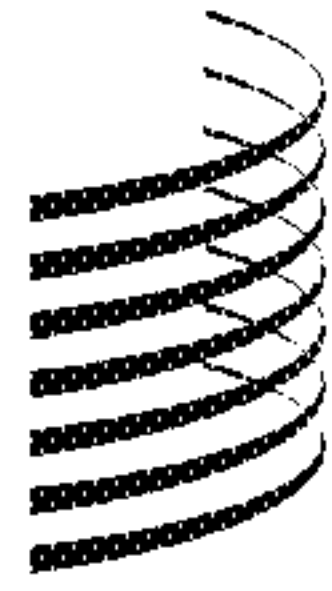


(57) **Abrégé/Abstract:**

Centrale (1) houlomotrice, qui comprend : une plateforme (2) semi-submersible munie d'au moins un caisson (4) longitudinal qui s'étend d'une proue (7) à une poupe (8) de la plateforme (2); une machine (3) houlomotrice montée sur la plateforme (2), cette machine (3) comportant : un portique (17) monté transversalement sur le caisson (4) à la proue de la plateforme (2), des flotteurs (18, 19) agencés pour permettre la transformation de l'énergie de la houle en énergie mécanique, à savoir au moins un flotteur (18) primaire et au moins un flotteur (19) secondaire décalé longitudinalement par rapport au flotteur (18) primaire, un transformateur (34), et la plateforme (2) comprend au moins un aileron (12) stabilisateur, s'étendant transversalement en deçà des bords (10) inférieurs des caissons (4) de la plateforme (2).



(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(10) Numéro de publication internationale

WO 2015/128586 A1(43) Date de la publication internationale
3 septembre 2015 (03.09.2015)**WIPO | PCT**(51) Classification internationale des brevets :
F03B 13/20 (2006.01)(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/050461(22) Date de dépôt international :
26 février 2015 (26.02.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

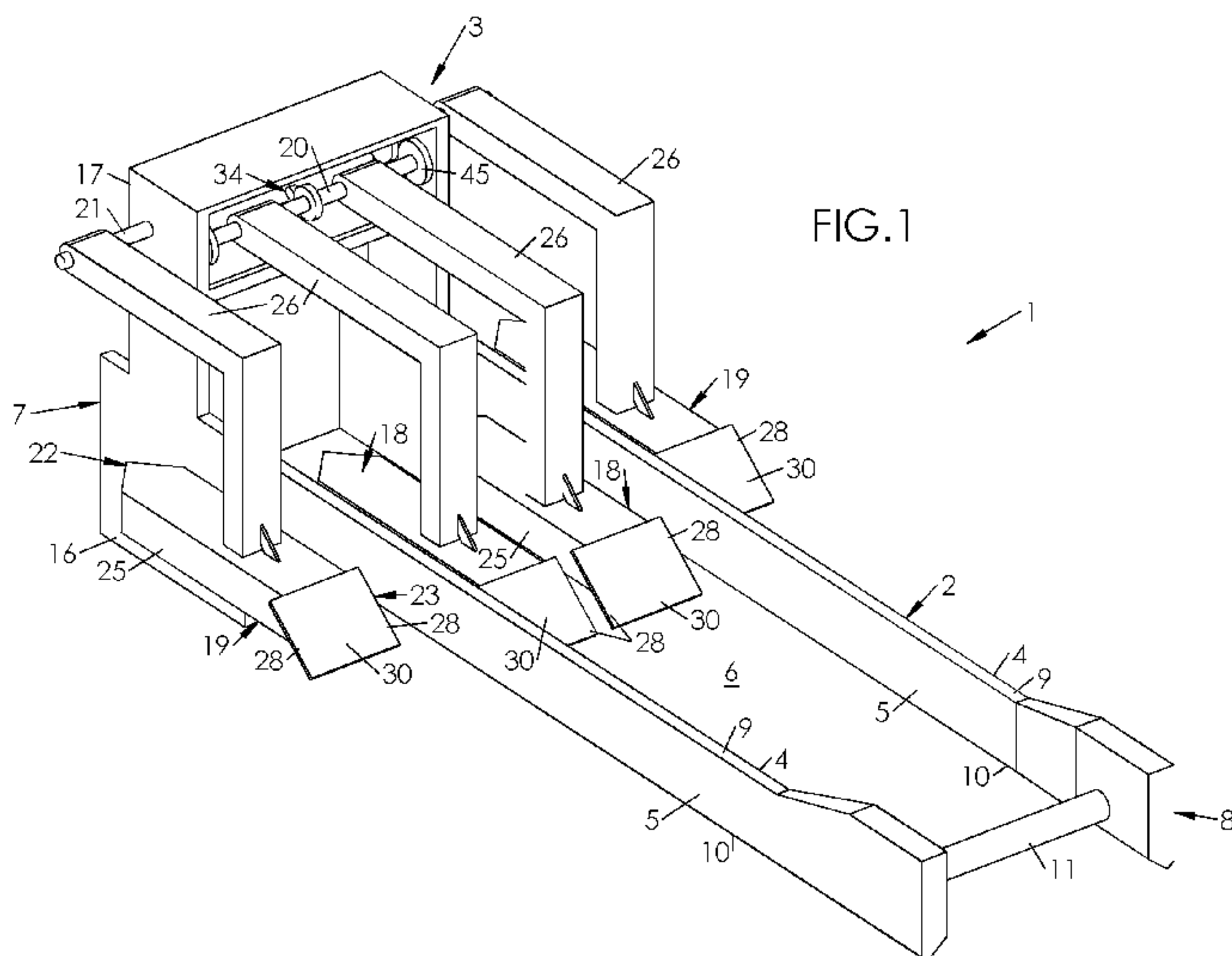
(30) Données relatives à la priorité :
14 51557 26 février 2014 (26.02.2014) FR(71) Déposant : WAVES RUIZ [FR/FR]; 24ter Route de Saint
Barthelemy, F-76930 Octeville Sur Mer (FR).(72) Inventeur : RUIZ DIEZ, José Antonio; 24ter route de
Saint Barthélémy, F-76930 Octeville Sur Mer (FR).(74) Mandataire : DEJADE ET BISET; 35 rue Châteaudun,
F-75009 Paris (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont requises (règle 48.2.h))

(54) Title : WAVE ENERGY PLANT HAVING OFFSET FLOATS

(54) Titre : CENTRALE HOULOMOTRICE À FLOTTEURS DÉCALÉS



(57) **Abstract** : The invention relates to a wave energy plant (1) that includes: a semi-submersible platform (2) provided with at least one longitudinal casing (4) that extends from a bow (7) to a stern (8) of the platform (2); and a wave energy machine (3) mounted on the platform (2). The machine (3) comprises: a gantry (17) transversely mounted on the casing (4) on the bow of the platform (2); floats (18, 19) arranged so as to enable the wave energy to be converted into mechanical energy, i.e. at least one primary float (18) and at least one secondary float (19), longitudinally offset relative to the primary float (18); and a transformer (34). The platform (2) comprises at least one stabilizer aileron (12) extending transversely within the lower edges (10) of the casings (4) of the platform (2).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2015/128586 A1

Centrale (1) houlomotrice, qui comprend : une plateforme (2) semi-submersible munie d'au moins un caisson (4) longitudinal qui s'étend d'une proue (7) à une poupe (8) de la plateforme (2); une machine (3) houlomotrice montée sur la plateforme (2), cette machine (3) comportant : un portique (17) monté transversalement sur le caisson (4) à la proue de la plateforme (2), des flotteurs (18, 19) agencés pour permettre la transformation de l'énergie de la houle en énergie mécanique, à savoir au moins un flotteur (18) primaire et au moins un flotteur (19) secondaire décalé longitudinalement par rapport au flotteur (18) primaire, un transformateur (34), et la plateforme (2) comprend au moins un aileron (12) stabilisateur, s'étendant transversalement en deçà des bords (10) inférieurs des caissons (4) de la plateforme (2).

Centrale houlomotrice à flotteurs décalés

L'invention a trait au domaine de la production d'énergie, et plus
précisément au domaine de la production d'énergie électrique à partir
5 de l'énergie de la houle.

L'invention concerne une centrale houlomotrice équipée d'une
plateforme et d'une machine houlomotrice montée sur cette plateforme
et équipée de flotteurs dont le mouvement d'ascension ou de descente
suivant la houle (qui exerce également sur les flotteurs une poussée
10 horizontale) est converti en énergie hydraulique, cette énergie
hydraulique étant à son tour convertie en énergie électrique au moyen
d'un transformateur : système mécanique, moteur hydraulique associé à
un générateur, ou encore turbine hydroélectrique.

Plus précisément, on connaît de la demande de brevet français
15 FR 2 992 626 ou de son équivalent international WO 2014/001717 une
centrale houlomotrice comprenant :

- une plateforme semi-submersible munie d'au moins un caisson
longitudinal qui s'étend d'une proue à une poupe de la plateforme ;
- une machine houlomotrice montée sur la plateforme, cette machine
20 comportant :
 - un portique monté transversalement sur le caisson à la proue
de la plateforme,
 - des flotteurs agencés pour permettre la transformation de
l'énergie de la houle en énergie mécanique, chaque flotteur
25 comprenant une proue tournée vers la proue de la plateforme
et une poupe tournée vers la poupe de la plateforme, chaque
flotteur étant monté en rotation par rapport au portique sur un
arbre solidaire de celui-ci, situé du côté de la proue du
flotteur,
 - 30 ○ un transformateur.

Une telle centrale présente des dimensions assez imposantes. Sa
longueur est généralement de l'ordre de 100 m, et sa largeur de l'ordre
de 25 m. Grâce à son architecture, et en particulier grâce aux
dimensions de la plateforme, la centrale présente une bonne stabilité
35 dans la houle, ce qui permet de maximiser l'amplitude des mouvements
des flotteurs et par conséquent d'optimiser la récupération d'énergie.

Dans la centrale houlomotrice décrite dans le document précité, les
flotteurs sont montés par paires entre deux portiques, sur deux arbres

séparés, les flotteurs des deux paires étant animés de mouvements oscillatoires de sens opposés (contrarotatifs). Ces mouvements contrarotatifs permettent de stabiliser la plateforme face à la gîte en limitant (voire annulant) les effets de couple.

5 Cependant cette architecture nécessite la réalisation de deux portiques abritant chacun un local technique. Il en résulte un alourdissement de la centrale et une maintenance relativement fastidieuse qui nécessite des interventions dans chaque local technique. La solution consistant à monter les flotteurs sur un arbre
10 unique allègerait la structure et simplifierait la maintenance mais entraînerait une diminution du rendement de la plateforme en raison des effets de couple générés sur l'arbre. Ces effets de couple induisent en effet des oscillations de la plateforme elle-même et diminuent l'amplitude des mouvements des flotteurs.

15 Un objectif est de proposer une centrale houlomotrice offrant l'un au moins (et de préférence l'ensemble) des avantages suivants : bon rendement énergétique, maintenance relativement aisée, bonne stabilité de la plateforme, en particulier face à la gîte.

 A cet effet, il est proposé une centrale houlomotrice, qui
20 comprend :

- une plateforme semi-submersible munie d'au moins un caisson longitudinal qui s'étend d'une proue à une poupe de la plateforme ;
- une machine houlomotrice montée sur la plateforme, cette machine comportant :
25 ○ un portique monté transversalement sur le caisson à la proue de la plateforme,
 ○ au moins un flotteur primaire et au moins un flotteur secondaire agencés pour permettre la transformation de l'énergie de la houle en énergie mécanique, chaque flotteur
30 comprenant une proue tournée vers la proue de la plateforme et une poupe tournée vers la poupe de la plateforme, les flotteurs étant montés en rotation par rapport au portique sur un arbre solidaire de celui-ci, le flotteur secondaire étant décalé du flotteur primaire vers la proue de la plateforme ;
35 ○ un transformateur.

Diverses caractéristiques supplémentaires peuvent être prévues, seules ou en combinaison :

- le flotteur primaire est monté en rotation par rapport au portique sur un arbre primaire solidaire de celui-ci, et le flotteur secondaire est monté en rotation par rapport au portique sur un arbre secondaire solidaire de celui-ci et décalé longitudinalement par rapport à l'arbre primaire vers la proue de la plateforme ;
- la plateforme comprend au moins deux caissons longitudinaux délimitant un chenal central dans lequel est disposé au moins un flotteur primaire, le portique est monté transversalement entre les caissons, et au moins un flotteur secondaire est monté à l'extérieur du chenal central ;
- la machine houlomotrice comprend au moins deux flotteurs secondaires disposés de part et d'autre du chenal central ;
- la plateforme comprend, à sa proue, un aileron stabilisateur qui s'étend transversalement en-deçà d'un bord inférieur du caisson ;
- la plateforme comprend, à sa poupe, une poutre de flottaison transversale solidaire du caisson ;
- chaque flotteur comprend un fond et des flancs, est monté en rotation par rapport au portique autour d'une position d'équilibre à laquelle correspond une ligne de flottaison du flotteur, et le flotteur est pourvu d'une paire d'ailerons qui font saillie des flancs au voisinage de sa poupe, chaque aileron ayant un intrados incliné, par rapport à la ligne de flottaison, vers le bas en direction de sa poupe.
- le transformateur comprend au moins une roue à cliquet ;
- le transformateur comprend une roue dentée principale solidaire de l'arbre, en prise directe d'engrenage avec la roue à cliquet ;
- le transformateur comprend une roue dentée secondaire solidaire de l'arbre, en prise d'engrenage avec une roue à cliquet par l'intermédiaire d'un pignon inverseur ;
- le transformateur comprend au moins un volant d'inertie ;
- la machine houlomotrice comprend au moins un flotteur supplémentaire, monté en rotation par rapport au portique sur l'arbre, du côté de la poupe du flotteur supplémentaire.

D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description d'un mode de réalisation, faite ci-après en référence aux dessins annexés dans lesquels :

4

- la figure 1 est une vue en perspective d'une centrale houlomotrice ;
- la figure 2 est une vue partielle de dessus de la centrale de la figure 1 ;
- 5 – la figure 3 est une vue en coupe de la centrale de la figure 2, selon le plan de coupe III-III ;
- la figure 4 est une vue en perspective d'un flotteur équipant la centrale, selon un premier mode de réalisation ;
- la figure 5 est une vue partielle de côté du flotteur de la figure 4 ;
- 10 – la figure 6 est une vue partielle de face du flotteur des figures 4 et 5 ;
- la figure 7 est une vue en perspective d'un flotteur équipant la centrale, selon un deuxième mode de réalisation ;
- la figure 8 est une vue de côté du flotteur de la figure 7 ;
- 15 – la figure 9 est une vue partielle de face du flotteur des figures 7 et 8 ;
- la figure 10 est une vue en perspective d'un flotteur équipant la centrale, selon un troisième mode de réalisation ;
- la figure 11 est une vue de côté du flotteur de la figure 10 ;
- 20 – la figure 12 est une vue partielle de face du flotteur des figures 10 et 11 ;
- la figure 13 est une vue schématique partielle montrant un convertisseur d'énergie équipant la centrale, incluant une roue à cliquet et une roue dentée en prise directe d'engrenage avec la roue à cliquet ;
- 25 – la figure 14 est une vue de détail du convertisseur d'énergie de la figure 13, selon l'encart XIV ;
- la figure 15 est une vue similaire à la figure 13, montrant un convertisseur d'énergie incluant une roue à cliquet et une roue dentée en prise indirecte d'engrenage avec la roue à cliquet, par l'intermédiaire d'un pignon inverseur ;
- 30 – la figure 16 est une vue similaire à la figure 2, montrant une centrale selon une variante de réalisation ;
- la figure 17 est une vue en coupe de la centrale de la figure 16, selon le plan de coupe XVII-XVII ;
- 35 – la figure 18 est une vue similaire aux figures 2 et 16, montrant une centrale selon une autre variante de réalisation.

Sur la figure 1 est représentée une centrale **1** houlomotrice. Cette centrale **1**, destinée à être installée offshore, comprend une plateforme **2** semi-submersible et une machine **3** houlomotrice montée sur la plateforme **2**.

5 La plateforme **2** semi-submersible est équipée d'au moins un caisson **4** flottant allongé. Dans l'exemple illustré, la plateforme **2** est équipée de plusieurs caissons **4** flottants allongés, disposés sensiblement parallèlement suivant une direction longitudinale qui, lorsque la centrale **1** est en mer, correspond à la direction principale de
10 propagation de la houle (représentée par les flèches situées à gauche sur la figure 2).

Dans l'exemple illustré, les caissons **4** sont au nombre de deux et présentent une forme parallélépipédique, à section rectangulaire, d'une hauteur de préférence supérieure à leur largeur. Les caissons **4**
15 présentent des parois **5** latérales pleines ou ajourées qui délimitent conjointement un chenal **6** central qui s'étend d'une proue **7** (à gauche sur les figures 1, 2 et 3) à une poupe **8** (à droite sur les figures 1, 2 et 3) de la plateforme **2**.

Grâce aux parois **5** latérales des caissons **4**, l'eau de mer est
20 canalisée dans le chenal **6** suivant la direction principale de propagation de la houle, ce qui limite les mouvements de roulis (ou gîte) de la plateforme **2**.

Chaque caisson **4** présente un bord **9** longitudinal supérieur et un bord **10** longitudinal inférieur opposés qui, par mer calme (bien
25 qu'houleuse) à modérément agitée, sont respectivement émergé et immergé.

Chaque caisson **4** est de préférence creux, et réalisé par assemblage de plaques métalliques (par exemple en acier traité anticorrosion), en matériau composite ou dans tout autre matériau
30 suffisamment rigide et résistant aux efforts de flexion comme à la corrosion. Chaque caisson **4** peut être raidi au moyen de nervures intérieures, afin de mieux résister aux contraintes de flexion tant dans le plan longitudinal (notamment lorsque le caisson s'étend en porte-à-faux au sommet d'une crête, ou lorsqu'il est porté à ses deux extrémités
35 par deux crêtes successives) que dans le plan transversal (notamment en cas de vortex local).

Chaque caisson **4** peut en outre être compartimenté pour former des ballasts pouvant être au moins partiellement remplis d'eau de mer

ou vidangés de sorte à ajuster la ligne de flottaison. Le remplissage et la vidange des ballasts peuvent être réalisés au moyen de pompes, de préférence actionnées de manière automatique. Cet ajustement est de préférence réalisé de sorte que la ligne de flottaison soit sensiblement
5 médiane sur les caissons **4** – en d’autres termes pour que le tirant d’eau et le franc bord des caissons **4** soient sensiblement identiques.

Selon un mode de réalisation illustré sur les figures 1 et 3, chaque caisson **4** présente, à la poupe **8**, une extrémité élargie et/ou surélevée (comme cela est plus particulièrement visible sur la figure 3). De la
10 sorte, le volume d’air emprisonné dans les caissons **4** y est supérieur, et la flottabilité de la plateforme **2** est localement accrue à sa poupe **8**.

Comme on le voit sur les figures 1, 2 et 3, la plateforme **2** comprend, à sa poupe **8**, une poutre **11** de flottaison solidaire des caissons **4**, et qui s’étend transversalement en les reliant. Outre une
15 fonction d’accouplement et d’entretoisement des caissons **4**, et de rigidification de la plateforme **2**, la poutre **11** remplit une fonction de flotteur pour maintenir en permanence la poupe **8** au niveau de la mer. En d’autres termes, comme on le voit bien sur la figure 3, la poupe **8** suit la houle (représentée en trait mixte sur cette figure).

La poutre **11** peut présenter, en section longitudinale (figure 3) une
20 forme quelconque, mais il est préférable, pour optimiser sa fonction de flotteur, qu’elle présente une forme circulaire. Ainsi, dans l’exemple illustré, la poutre **11** est-elle tubulaire, creuse, à section circulaire. Le positionnement vertical de la poutre **11** est adapté à l’architecture de la
25 plateforme **2** et en particulier à la forme des caissons **4** ; dans l’exemple illustré, la poutre **11** s’étend à environ mi-hauteur des caissons **4**.

La plateforme **2** comprend en outre au moins un aileron **12** stabilisateur qui, en mer, est normalement immergé en permanence, cet
30 aileron **12** s’étendant transversalement en deçà des bords **10** inférieurs des caissons **4**, à la proue **7** de la plateforme **2**.

L’aileron **12** de proue s’étend sur une partie seulement de la longueur de la plateforme **2** (typiquement entre 1/5 et 1/10 de cette longueur).

35 L’aileron **12** présente une face **13** supérieure ou extradors sensiblement plane, parallèle à et en regard des bords **10** longitudinaux inférieurs des caissons **4**, et une face inférieure ou intradors **14** par laquelle la plateforme **2** peut être ancrée sur le fond marin au moyen

d'une caténaire **15** solidaire de la plateforme **2**. L'ancrage de la caténaire **15** sur l'aileron **12** permet d'orienter de manière automatique la plateforme **2** face à la houle, les efforts étant appliqués dans l'axe de celle-ci et assurant une tension continue de la caténaire **15**.

5 L'aileron **12** présente, en section transversale, une forme en U et comprend deux côtés **16** latéraux qui s'étendent à partir des bords **10** inférieurs des caissons **4**, dans le prolongement vertical de ceux-ci, de sorte que l'extrados **13** s'étend à distance des bords **10** inférieurs des caissons **4** afin que l'aileron **12**, situé en contrebas des caissons **4**, soit
10 toujours immergé à une profondeur suffisante pour être à l'abri des effets de la houle.

Il en résulte un maintien stable de l'assiette de la plateforme **2** grâce au poids de la colonne d'eau qui surmonte l'aileron **12**, et qui fait office d'amortisseur des mouvements de la plateforme **2**, notamment de
15 roulis (ou gîte). Les effets combinés de la fonction d'amortisseur de l'aileron **12** et de l'ancrage de la plateforme **2** au moyen de la caténaire **15** font que la proue **7** de la plateforme **2** est peu sensible à la houle et se maintient à une assiette sensiblement constante.

A contrario, la poupe **8** suit la houle grâce à la flottaison des
20 extrémités de poupe des caissons **4** combinée à celle de la poutre **11**. Ainsi, la houle induit sur la plateforme **2** un mouvement d'oscillation de la poupe **8**, centrée sur un axe sensiblement confondu avec une ligne transversale médiane à l'aileron **12**.

La machine **3** houlomotrice est montée sur la plateforme **2** à sa
25 proue **7**. La machine **3** comprend, en premier lieu, un portique **17** monté sur les caissons **4** en s'étendant transversalement entre eux à l'aplomb de l'aileron **12**, et qui les accouple du côté de leurs bords **9** supérieurs.

La machine **3** houlomotrice comprend, en deuxième lieu, des flotteurs **18**, **19** mobiles en rotation par rapport à la plateforme **2**,
30 agencés pour permettre la transformation de l'énergie de la houle en énergie mécanique, à savoir :

- au moins un flotteur **18** primaire monté en rotation par rapport au portique **17** sur un arbre **20** primaire solidaire du portique **17**,
- au moins un flotteur **19** secondaire monté en rotation par rapport
35 au portique **17** sur un arbre **21** secondaire, également solidaire du portique.

Chaque flotteur **18**, **19** comprend une proue **22** tournée vers la proue **7** de la plateforme **2**, et une poupe **23** tournée vers la poupe **8** de la plateforme **2**.

5 L'arbre **20** primaire est situé du côté de la proue **22** (c'est-à-dire en amont) du flotteur **18** primaire. De même, l'arbre **21** secondaire est situé du côté de la proue **22** (c'est-à-dire en amont) du flotteur **19** secondaire. Ainsi les flotteurs **18**, **19** sont animés, en fonctionnement, de mouvements rotatifs oscillants dans le même sens de rotation.

Cependant, comme on le voit bien sur les figures 2 et 3, le flotteur
10 **19** secondaire est décalé longitudinalement par rapport au flotteur **18** primaire, vers la proue **7** de la plateforme **2**. On note **D1** le décalage, mesuré longitudinalement, entre les flotteurs **18**, **19**. Ce décalage **D1** peut être mesuré entre les proues **22** des flotteurs **18**, **19**, entre leurs poupes **23**, ou encore entre leurs centres de gravité respectifs.

15 Selon un mode particulier de réalisation, illustré notamment sur les figures 1 à 3, l'arbre **21** secondaire est décalé longitudinalement par rapport à l'arbre **20** primaire. On note **D2** le décalage, mesuré longitudinalement, entre les arbres **20**, **21**.

Les décalages **D1** et **D2** peuvent être identiques, notamment
20 lorsque les flotteurs **18**, **19** sont identiques. Mais les décalages **D1** et **D2** peuvent être différents. Selon un mode de réalisation, les décalages **D1** et **D2** sont compris entre 5 m et 20 m.

Comme illustré sur les figures, la machine **3** houlomotrice comprend au moins un flotteur **18** primaire disposé dans le chenal **6**, et
25 au moins un flotteur **19** secondaire monté à l'extérieur du chenal **6**. Comme on le voit bien sur les figures 1 et 2, l'arbre **21** secondaire s'étend transversalement en saillie de la paroi **5** latérale pour permettre le montage articulé du flotteur **19** secondaire.

Dans l'exemple illustré, la machine **3** houlomotrice comprend au
30 moins deux flotteurs **19** secondaires, disposés de part et d'autre du chenal **6**. Chaque flotteur **19** secondaire est ainsi monté articulé sur une portion en saillie de l'arbre **21** secondaire.

Comme on le voit également, dans l'exemple illustré, la machine **3** houlomotrice comprend deux flotteurs **18** primaires disposés dans le
35 chenal **6**. En variante, le nombre de flotteurs **18** ou **19** pourrait être supérieur.

Le décalage longitudinal du (des) flotteur(s) **19** secondaire(s) par rapport au(x) flotteur(s) **18** primaire(s) permet de minimiser la gîte prise

par la plateforme **2** et donc de la stabiliser. En effet, comme illustré sur la figure 3, où un flotteur **19** secondaire est représenté en pointillés, par transparence à travers le caisson **4**, les oscillations du (des) flotteur(s) **18** primaire(s) et du de(s) flotteur(s) **19** secondaire(s) ne sont pas
5 synchrones, chaque crête atteignant d'abord le(s) flotteur(s) secondaire(s) **19**. Un tel asynchronisme permet de répartir l'effet de couple généré par les flotteurs **18**, **19**, et donc de diminuer à chaque instant les efforts de flexion appliqués à la plateforme **2** (et plus précisément aux caissons **4**). Cela permet de minimiser la section utile
10 des caissons **4** et donc d'alléger la plateforme **2**.

Les flotteurs **18** primaires et les flotteurs **19** secondaires peuvent être similaires ou identiques (comme dans l'exemple illustré), ou différents.

Chaque flotteur **18**, **19** comprend un fond **24** et des flancs **25** qui
15 s'étendent à la fois verticalement à partir du fond **24**, et longitudinalement depuis la proue **22** jusqu'à la poupe **23**.

Chaque flotteur **18** (respectivement **19**) est solidaire d'un bras **26** rigide, monté en rotation sur l'arbre **20** primaire (respectivement l'arbre **21** secondaire) et qui s'étend en direction de la poupe **8** à partir de
20 l'arbre **20**, **21**.

Chaque flotteur **18**, **19** est monté en rotation oscillante sur son arbre **20**, **21** autour d'une position d'équilibre (en l'absence de houle) à laquelle correspond une ligne **27** de flottaison du flotteur **18**, **19** (en trait mixte sur les figures 5, 8 et 11).

25 Chaque flotteur **18**, **19** est de préférence pourvu d'une paire d'ailerons **28** qui font saillie des flancs **25** au voisinage de la poupe **23**. Chaque aileron **28** présente un intrados **29** incliné, par rapport à la ligne **26** de flottaison, vers le bas en direction de la poupe **23** du flotteur **18**, **19**. On note **A** l'angle d'inclinaison entre l'intrados **29** de
30 l'aileron **28** et la ligne **27** de flottaison. Cet angle **A** est de préférence compris entre 10° et 45°.

Les ailerons **28** accroissent la force de portance exercée par la houle sur le flotteur **18**, **19** et de récupérer de l'énergie à partir des efforts horizontaux exercés sur les flotteurs **18**, **19** en cas de houle de
35 faible ou moyenne amplitude, ce qui améliore le rendement énergétique de la centrale. En cas de forte houle, les ailerons **28** adopteront sur la crête une orientation sensiblement horizontale, annulant ainsi la portance (et donc les efforts générés sur l'arbre **20**, **21**, au bénéfice de

la sécurité de la centrale **1**. L'inclinaison du flotteur **18**, **19** variant au gré de la houle, on comprend que la portance générée sur les ailerons **28** n'est pas constante. En pratique, plus la houle est forte, moins les ailerons **28** sont utiles. Au contraire, les ailerons **28** offrent leur action
5 maximale en cas de houle faible à moyenne. .

Plusieurs modes de réalisation sont envisageables pour chaque flotteur **18**, **19**.

Selon un premier mode de réalisation, illustré sur les figures 4 à 6, l'aileron **28** est formé par une plaque **30** inclinée montée à la poupe **23**,
10 et qui dépasse transversalement des flancs **25**, de part et d'autre. Comme on le voit bien sur la figure 6, le fond **24** est sensiblement plat et parallèle à la ligne **27** de flottaison, jusqu'à la plaque **30** qui forme un déflecteur **31** incliné s'étendant dans le prolongement des ailerons **28**.

Selon un deuxième mode de réalisation, illustré sur les figures 7 à
15 9, le bras **26** s'étend à partir de la proue **22** du flotteur **18**, **19** ; le fond **24** est incliné par rapport à la ligne **27** de flottaison, depuis un voisinage du bras **26** jusqu'à la poupe **8**. Comme on le voit sur les figures 7 à 9, le flotteur **18**, **19** comprend deux rebords **32** qui s'étendent longitudinalement en saillie de part et d'autre du fond **24**,
20 dans le prolongement des flancs **25**. Ces rebords **32** servent à canaliser partiellement l'eau qui s'écoule sous le flotteur **18**, **19**. Il en résulte une minimisation des risques de turbulence de l'écoulement au niveau du fond **24** et des ailerons **28**, et donc un meilleur rendement du flotteur **18**, **19**.

Selon un troisième exemple de réalisation, illustré sur les figures
25 10 à 12, le flotteur **18**, **19** est davantage profilé que dans le deuxième mode de réalisation. Les ailerons **28** s'étendent dans le prolongement d'une face **33** supérieure (qui peut être légèrement bombée) du flotteur **18**, **19**, opposée au fond **24**. Comme on le voit sur la figure 11,
30 l'intrados **29** peut être concave (à concavité tournée vers la proue du flotteur **18**, **19**). En outre, le flotteur **18**, **19** peut comprendre un déflecteur **31** qui s'étend à la poupe **23**, dans le prolongement de la face **33** supérieure et de manière inclinée par rapport à la ligne **27** de flottaison, tandis que le fond **24** est sensiblement plat et parallèle à
35 celle-ci.

Le portique **17** est de préférence dimensionné de façon suffisamment généreuse pour former un local technique accueillant et

abritant les équipements de la centrale **1**, notamment pour la conversion de l'énergie mécanique de la houle en énergie électrique.

La machine **3** comprend à cet effet, en troisième lieu, pour chaque arbre **20**, **21**, au moins un transformateur **34** permettant de transformer
5 les mouvements d'oscillation des flotteurs **18**, **19** en mouvement de rotation continue, ce dernier permettant de produire de l'électricité via un générateur (non représenté). Ce transformateur **34** comprend, pour chaque arbre **20**, **21**, une paire de roues **35** à cliquets montées sur un arbre **36** moteur parallèle à l'arbre **20**, **21**.

10 Selon un mode de réalisation illustré sur les figures, chaque roue **35** comprend une couronne **37** munie d'une denture **38** interne unidirectionnelle et d'une denture externe (non représentée) bidirectionnelle. La roue **35** comprend une roue **39** menée solidaire de l'arbre **36** moteur et sur laquelle est monté en rotation un cliquet **40** en
15 prise unidirectionnelle avec la denture **38**. Le cliquet **40** est sollicité vers la denture **38** par un ressort **41**.

Le transformateur **34** comprend par ailleurs, pour chaque arbre **20**, **21**, une roue **42** dentée principale solidaire en rotation de l'arbre **20**, **21** et en prise directe d'engrenage avec une première roue **35** à cliquet, et
20 plus précisément avec la denture externe de la couronne **37**, comme illustré sur les figures 13 et 14.

Le transformateur **34** comprend en outre, pour chaque arbre **20**, **21**, une roue **43** dentée secondaire solidaire en rotation de l'arbre **20**, **21** et en prise d'engrenage avec la deuxième roue **35** à cliquet (et plus
25 précisément avec la denture externe de la couronne **37**) par l'intermédiaire d'un pignon **44** inverseur.

De la sorte, lorsque le flotteur **18**, **19**, via le bras **26**, entraîne, avec l'arbre **20**, **21**, la roue **42** dentée principale dans un premier sens de rotation (sens horaire sur les figures, cf. flèche F1, figures 13 et 14),
30 celle-ci entraîne la couronne **37** de la première roue **35** à cliquet dans le sens inverse (antihoraire, flèche F2, figure 14). Le cliquet **40**, en prise avec la denture **38** interne, entraîne alors la roue **39** menée (et donc l'arbre **36** moteur) dans le même sens que la couronne **37** (antihoraire, flèche F3, figure 14).

35 Dans le même temps, la roue **43** dentée secondaire entraîne, via le pignon **44** inverseur, la couronne **37** de la deuxième roue **35** à cliquet dans le sens horaire, la couronne **37** tournant alors librement autour de l'arbre **36** moteur.

Inversement, lorsque le flotteur **18**, **19**, via le bras **26**, entraîne, avec l'arbre **20**, **21**, la roue **42** dentée principale dans le sens antihoraire, celle-ci entraîne la couronne **37** de la première roue **35** à cliquet dans le sens horaire, la couronne **37** tournant alors librement
5 autour de l'arbre moteur **36**.

Dans le même temps, la roue **43** dentée secondaire entraîne (sens antihoraire sur les figures, cf. flèche F4, figure 15), via le pignon **44** inverseur (sens horaire, flèche F5), la couronne **37** de la deuxième roue **35** à cliquet dans le sens antihoraire (flèche F6). Le cliquet **40**, en prise
10 avec la denture **38** interne, entraîne alors la roue **39** menée (et donc l'arbre **36** moteur) dans le même sens (antihoraire) que la denture.

Il résulte de l'architecture décrite ci-dessus que, quel que soit le sens de rotation du bras **26**, l'une ou l'autre des roues **42**, **43** dentées entraîne l'arbre **36** moteur via l'une ou l'autre des roues **35** à cliquet.
15 En d'autres termes, la conversion d'énergie est permanente, que le mouvement du flotteur **18**, **19** soit ascendant ou descendant.

On notera que le transformateur **34** peut inclure un (ou plusieurs) volant(s) **45** d'inertie monté(s) par exemple sur chaque arbre **20**, **21** (ou sur l'arbre **36** moteur), de sorte à limiter les à-coups et ainsi réguler la
20 vitesse de rotation de l'arbre **36** moteur (et donc le régime de fonctionnement de la centrale **1**). Il en résulte un lissage de la production de courant électrique.

Il résulte de l'architecture de la centrale **1** plusieurs avantages.

Premièrement, comme nous l'avons vu, le décalage longitudinal
25 des flotteurs **19** secondaires par rapport aux flotteurs **18** primaires permet de limiter la gîte de la plateforme **2** et donc de stabiliser celle-ci, au bénéfice du rendement énergétique de la centrale **1**.

Deuxièmement, l'unicité du portique **17** facilite la maintenance de la centrale **1**, les opérations de maintenance pouvant toutes être
30 réalisées depuis ce seul local technique.

Il est à noter qu'il est envisageable de coupler plusieurs centrales **1**, soit en les alignant sur une même ligne de vagues, soit en les décalant longitudinalement (i.e. dans le sens de la houle).

Diverses variantes de réalisation peuvent être prévues.

35 Selon une variante de réalisation illustrée sur les figures 16 et 17, la centrale comprend un (ou plusieurs) flotteur(s) **46** supplémentaires, disposés en amont du portique **17** et montés sur l'arbre **21** secondaire. Comme les flotteurs **18** et **19**, chaque flotteur **46** présente une proue **22**

et une poupe **23** et est monté sur l'arbre **21** du côté de la poupe **23** par un ou plusieurs bras **26** (deux dans l'exemple illustré, qui encadrent le flotteur **46** à la manière de flasques).

Comme on le voit bien sur la figure 17, chaque flotteur **46** présente
5 en section longitudinale une forme profilée de sorte à offrir un faible coefficient de traînée et ainsi n'opposer qu'une faible résistance frontale à la houle. Dans l'exemple illustré, le flotteur **46** présente un profil elliptique. Le(s) flotteur(s) **46** est (sont) libre(s) en rotation par rapport au(x) flotteur(s) **19** secondaire(s) et est (sont) accouplés à un
10 transformateur **34** de la manière décrite ci-dessus.

Ce(s) flotteur(s) **46** améliorent le rendement de la centrale **1** en contribuant à la production d'énergie électrique. Compte tenu de son (leur) orientation, opposée à celle des flotteurs **18**, **19**, les) flotteur(s) **46** oscille en sens opposé à ceux-ci et procure par conséquent un effet
15 contrarotatif qui tend à stabiliser la plateforme **2**.

Selon une autre variante illustrée sur la figure 18, l'arbre primaire **20** et l'arbre **21** secondaire sont coaxiaux, l'arbre **21** secondaire s'étendant en saillie à partir d'une paroi **5** latérale. Dans l'exemple illustré, où la machine **3** plusieurs flotteurs **21** secondaires situés de
20 part et d'autre du chenal **6**, l'arbre **21** comprend deux portions coaxiales qui s'étendent de part et d'autre des caissons **4**. Les flotteurs **18** primaires et les flotteurs **19** secondaires ne s'étendent toutefois pas à la même distance de leur arbre **20**, **21**, de sorte que le décalage D1 persiste entre eux. En pratique, ce décalage peut être procuré par une
25 différence de longueur des bras **26**. Les oscillations des flotteurs **18** primaires et des flotteurs **19** secondaires n'étant pas synchrones, on comprend que les flotteurs **18**, **19** ne sont pas solidaires en rotation et entraînent séparément des transformateurs **34** dédiés.

REVENDICATIONS

1. Centrale (1) houlomotrice, qui comprend :
 - une plateforme (2) semi-submersible munie d'au moins un caisson (4) longitudinal qui s'étend d'une proue (7) à une poupe (8) de la plateforme (2) ;
 - une machine (3) houlomotrice montée sur la plateforme (2), cette machine (3) comportant :
 - un portique (17) monté transversalement sur le caisson (4) à la proue de la plateforme (2),
 - des flotteurs (18, 19) agencés pour permettre la transformation de l'énergie de la houle en énergie mécanique, chaque flotteur (18, 19) comprenant une proue (22) tournée vers la proue (7) de la plateforme (2) et une poupe (23) tournée vers la poupe (8) de la plateforme (1), chaque flotteur (18, 19) étant monté en rotation par rapport au portique (17) sur un arbre (20) solidaire de celui-ci, situé du côté de la proue (22) du flotteur (18, 19),
 - un transformateur (34).
- 20 cette centrale (1) étant caractérisée en ce que :
 - la machine (3) houlomotrice comprend au moins un flotteur (18) primaire et un flotteur (19) secondaire, décalé du flotteur (18) primaire vers la proue (7) de la plateforme ;
 - la plateforme (2) comprend au moins un aileron (12) stabilisateur, s'étendant transversalement en deçà des bords (10) inférieurs des caissons (4) de la plateforme (2).
2. Centrale (1) houlomotrice selon la revendication 1, caractérisée en ce que le flotteur (18) primaire est monté en rotation par rapport au portique (17) sur un arbre primaire (20) solidaire de celui-ci, et le flotteur (19) secondaire est monté en rotation par rapport au portique (17) sur un arbre (21) secondaire solidaire de celui-ci et décalé longitudinalement par rapport à l'arbre (20) primaire vers la proue (7) de la plateforme (2).
3. Centrale (1) houlomotrice selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que la plateforme (2) comprend au moins deux caissons (4) longitudinaux délimitant un chenal (6) central dans lequel est disposé au moins un flotteur (18) primaire, et en ce que le portique (17) est monté transversalement entre les caissons (4), et

en ce qu'au moins un flotteur (19) secondaire est monté à l'extérieur du chenal (6) central.

4. Centrale (1) houlomotrice selon la revendication 3, caractérisée en ce que la machine (3) houlomotrice comprend au moins
5 deux flotteurs (19) secondaires disposés de part et d'autre du chenal (6) central.

5. Centrale (1) houlomotrice selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la plateforme (2) comprend, à sa poupe (8), une poutre (11) de flottaison transversale solidaire du
10 caisson (4).

6. Centrale (1) houlomotrice selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que chaque flotteur (18, 19) comprend un fond (24) et des flancs (25), est monté en rotation par rapport au portique (17) autour d'une position d'équilibre à laquelle correspond
15 une ligne (27) de flottaison du flotteur (18, 19), et en ce que le flotteur (18, 19) est pourvu d'une paire d'ailerons (28) qui font saillie des flancs (25) au voisinage de sa poupe (23), chaque aileron (28) ayant un intrados (29) incliné, par rapport à la ligne (27) de flottaison, vers le bas en direction de sa poupe (23).

20 7. Centrale (1) houlomotrice selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le transformateur (34) comprend au moins une roue (35) à cliquet.

8. Centrale (1) houlomotrice selon la revendication 7, caractérisée en ce que le transformateur (34) comprend une roue (42)
25 dentée principale solidaire de l'arbre (20, 21), en prise directe d'engrenage avec une roue (35) à cliquet.

9. Centrale (1) houlomotrice selon la revendication 8, caractérisée en ce que le transformateur comprend une roue (43) dentée secondaire solidaire de l'arbre (20, 21), en prise d'engrenage
30 avec une roue (35) à cliquet par l'intermédiaire d'un pignon (44) inverseur.

10. Centrale (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le transformateur comprend au moins un volant (45) d'inertie.

35 11. Centrale (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la machine (3) houlomotrice comprend au moins un flotteur (46) supplémentaire, monté en rotation par rapport au

portique (17) sur l'arbre (20), du côté de la poupe (22) du flotteur (46) supplémentaire.

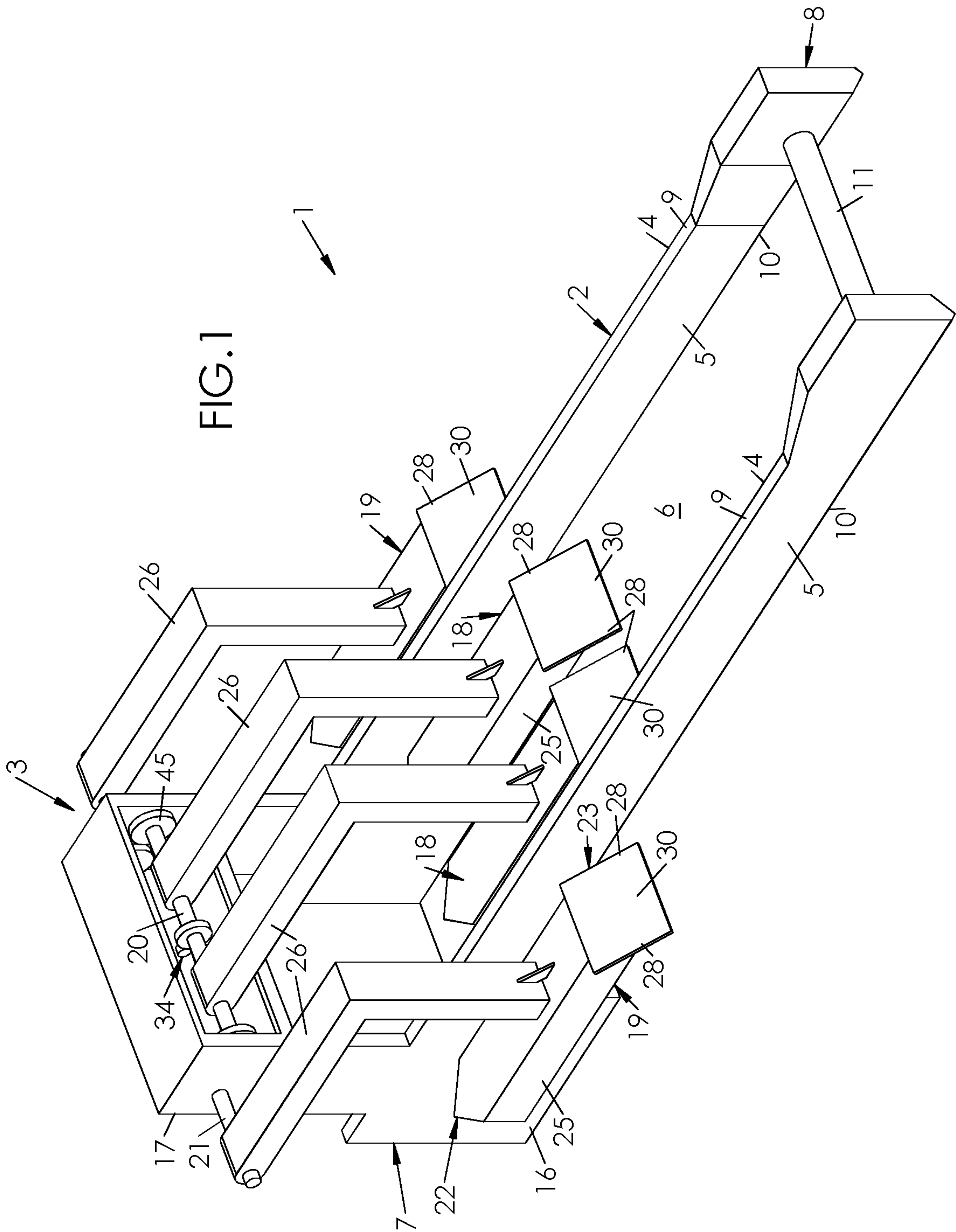
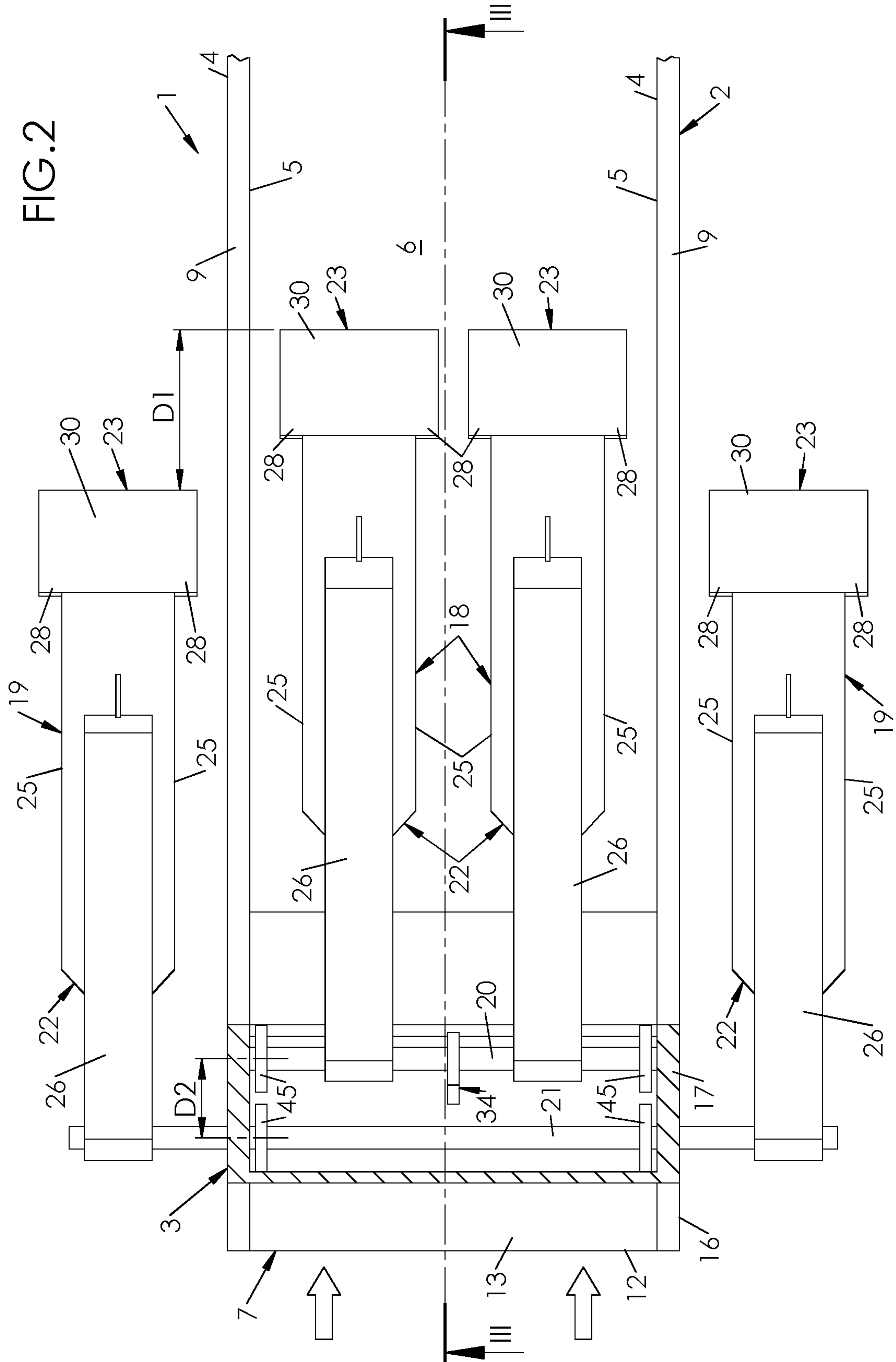
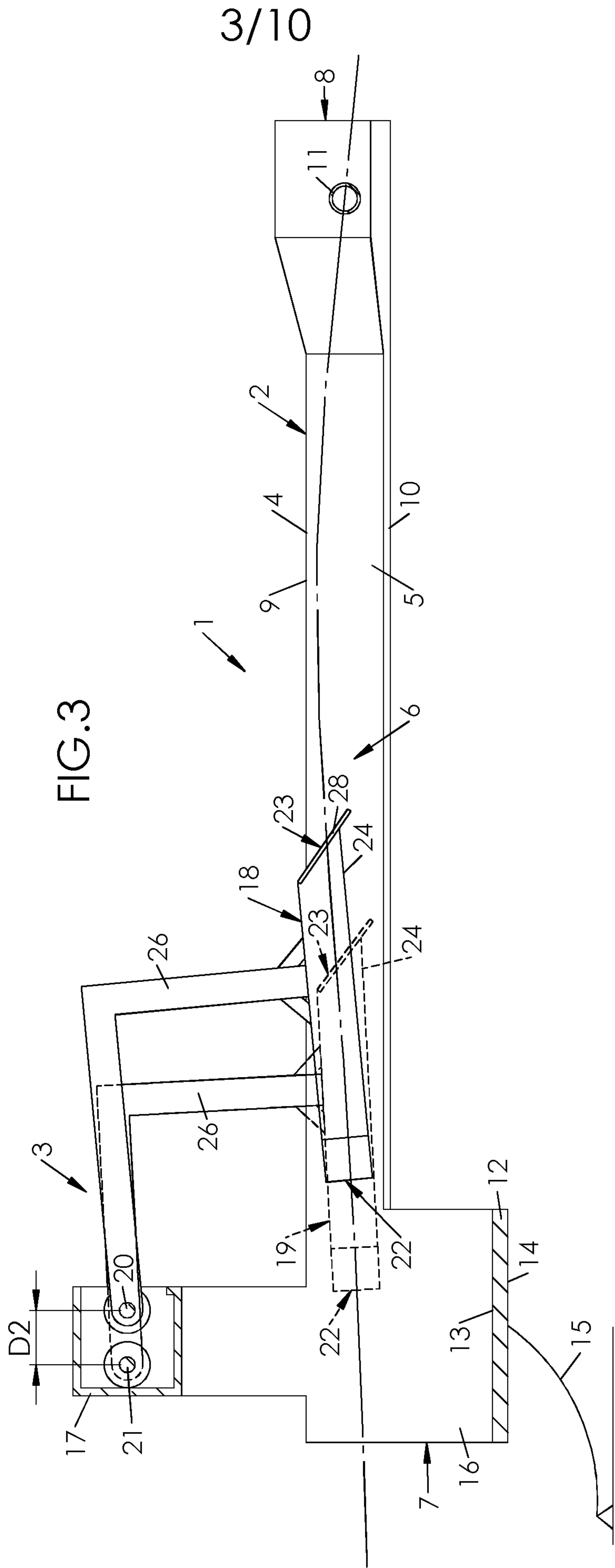


FIG. 2





4/10

FIG.4

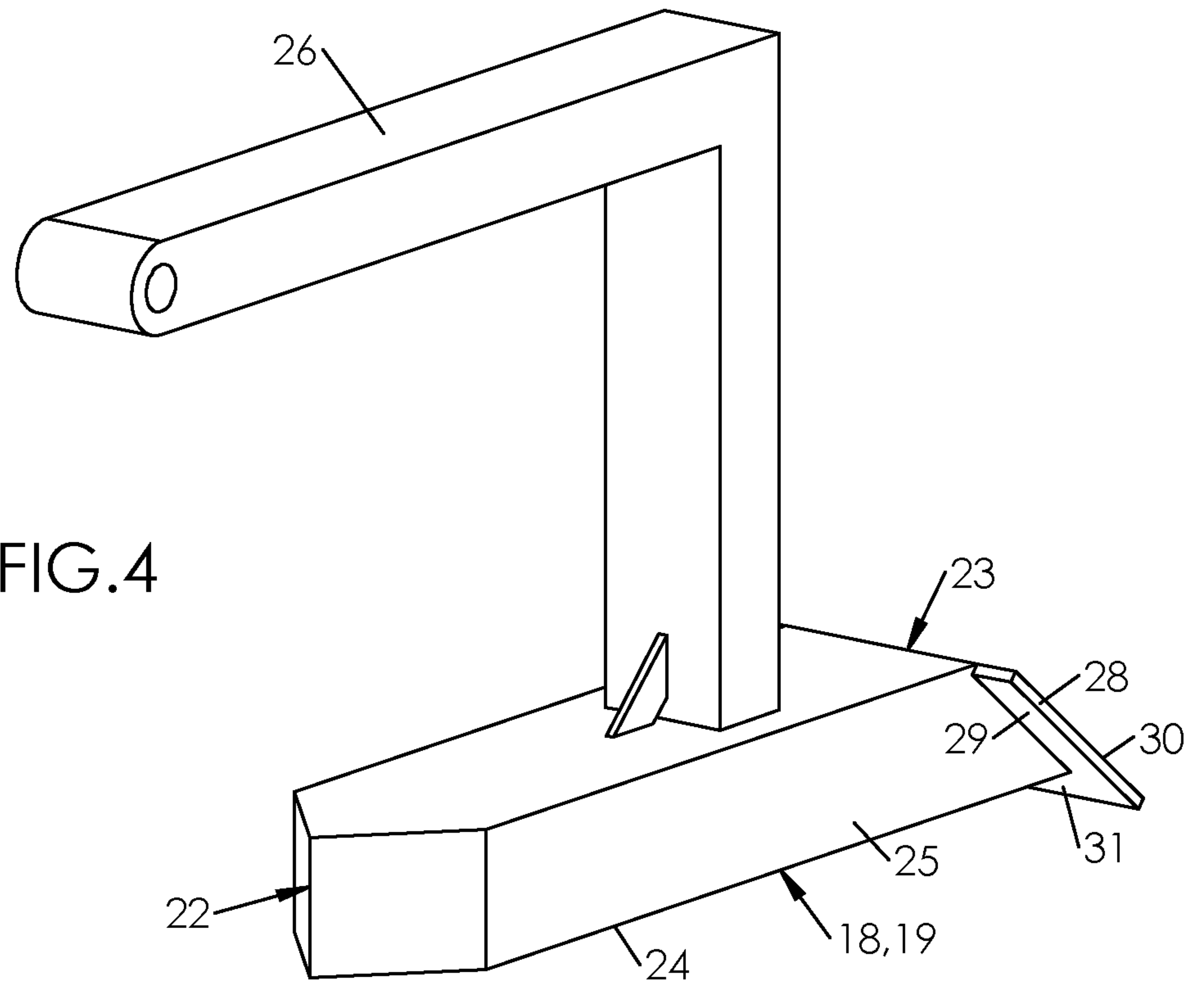


FIG.5

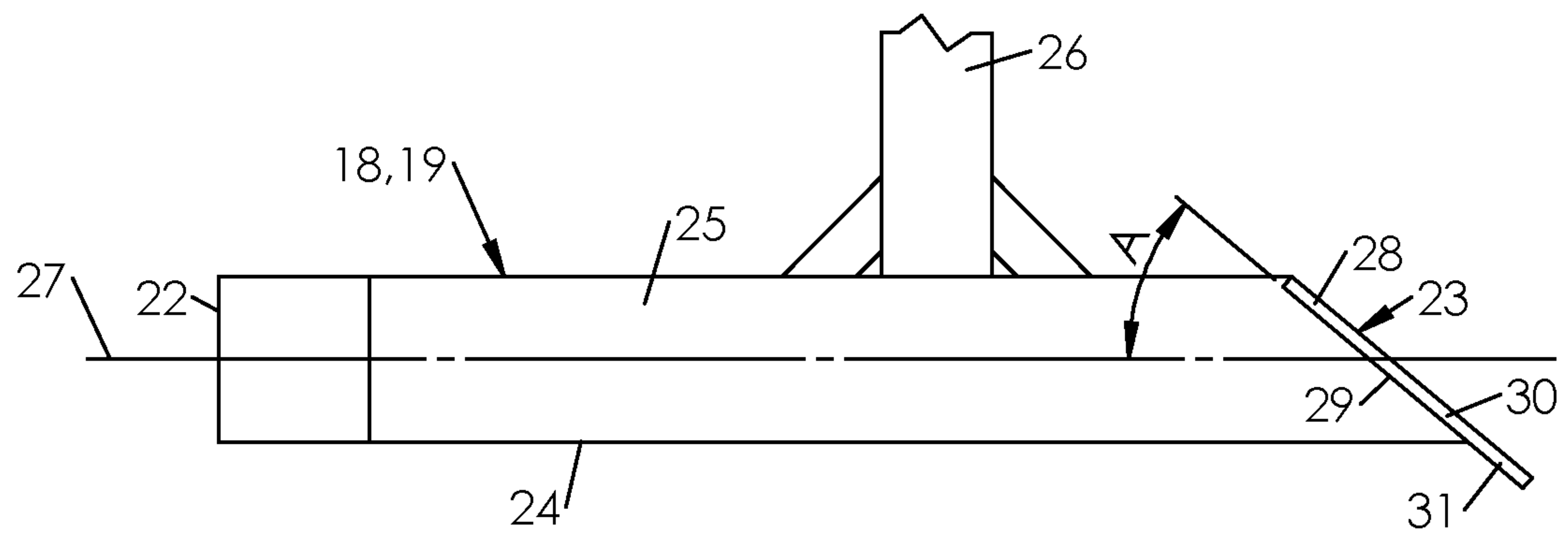
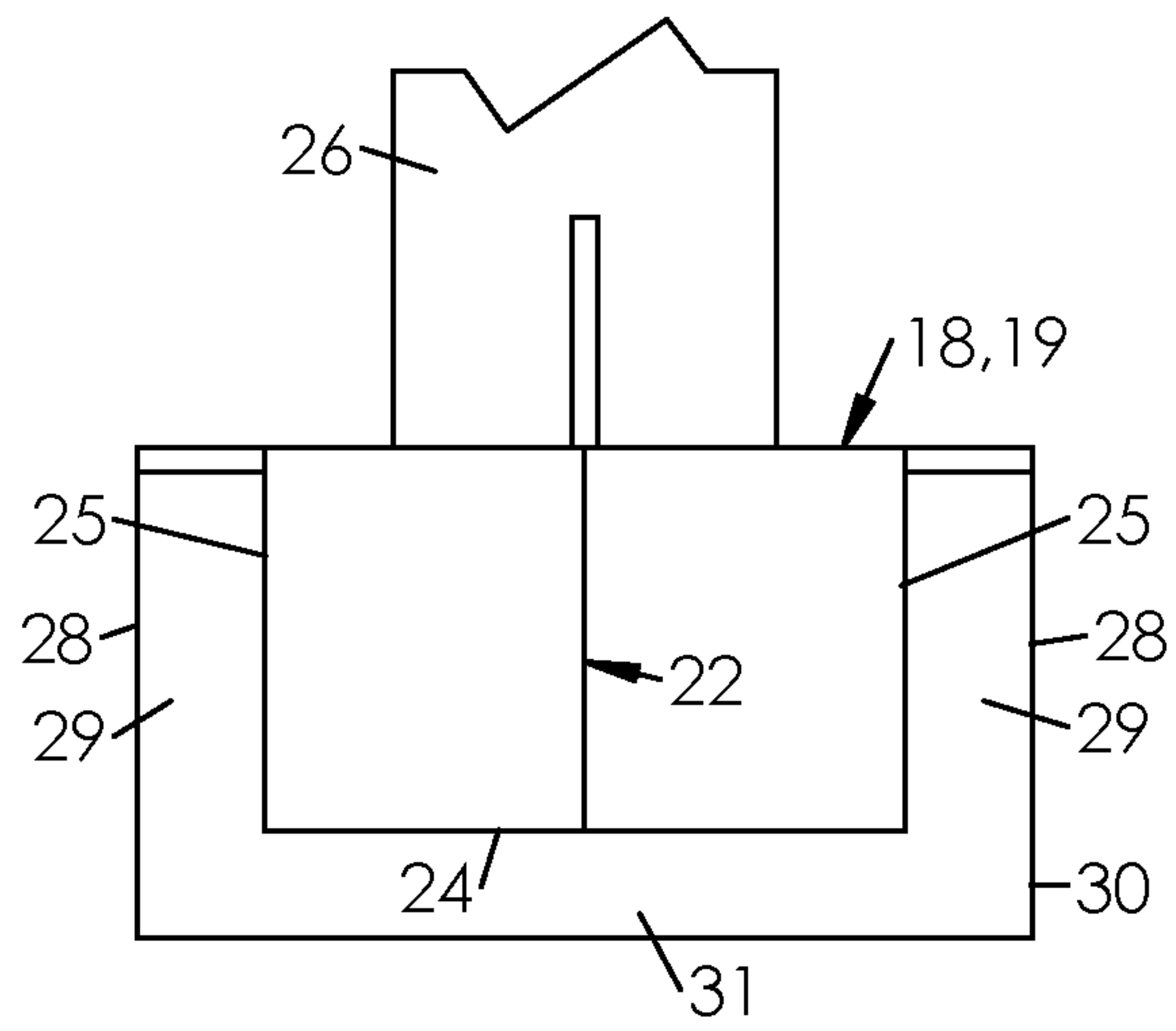


FIG.6

5/10

FIG.7

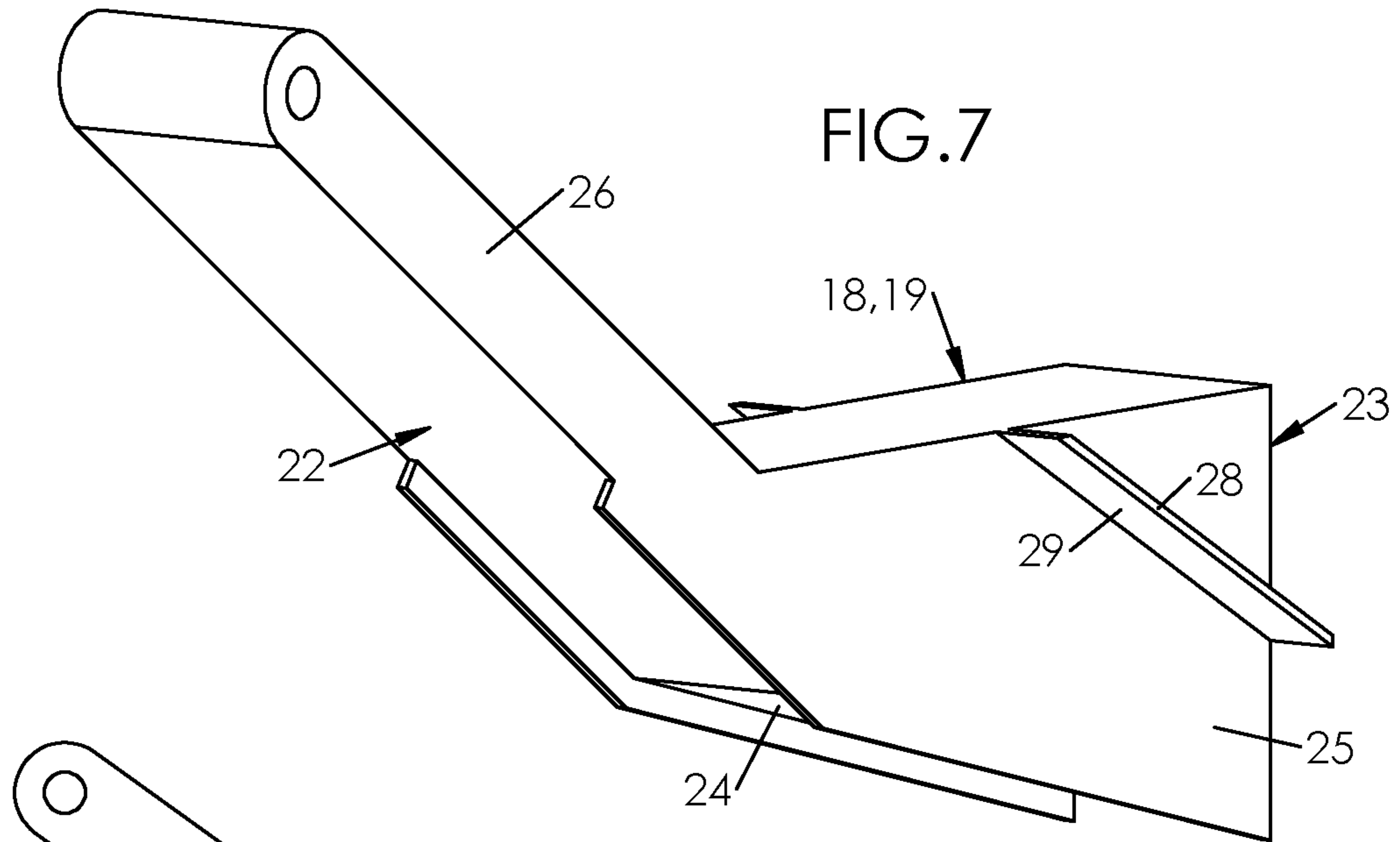


FIG.8

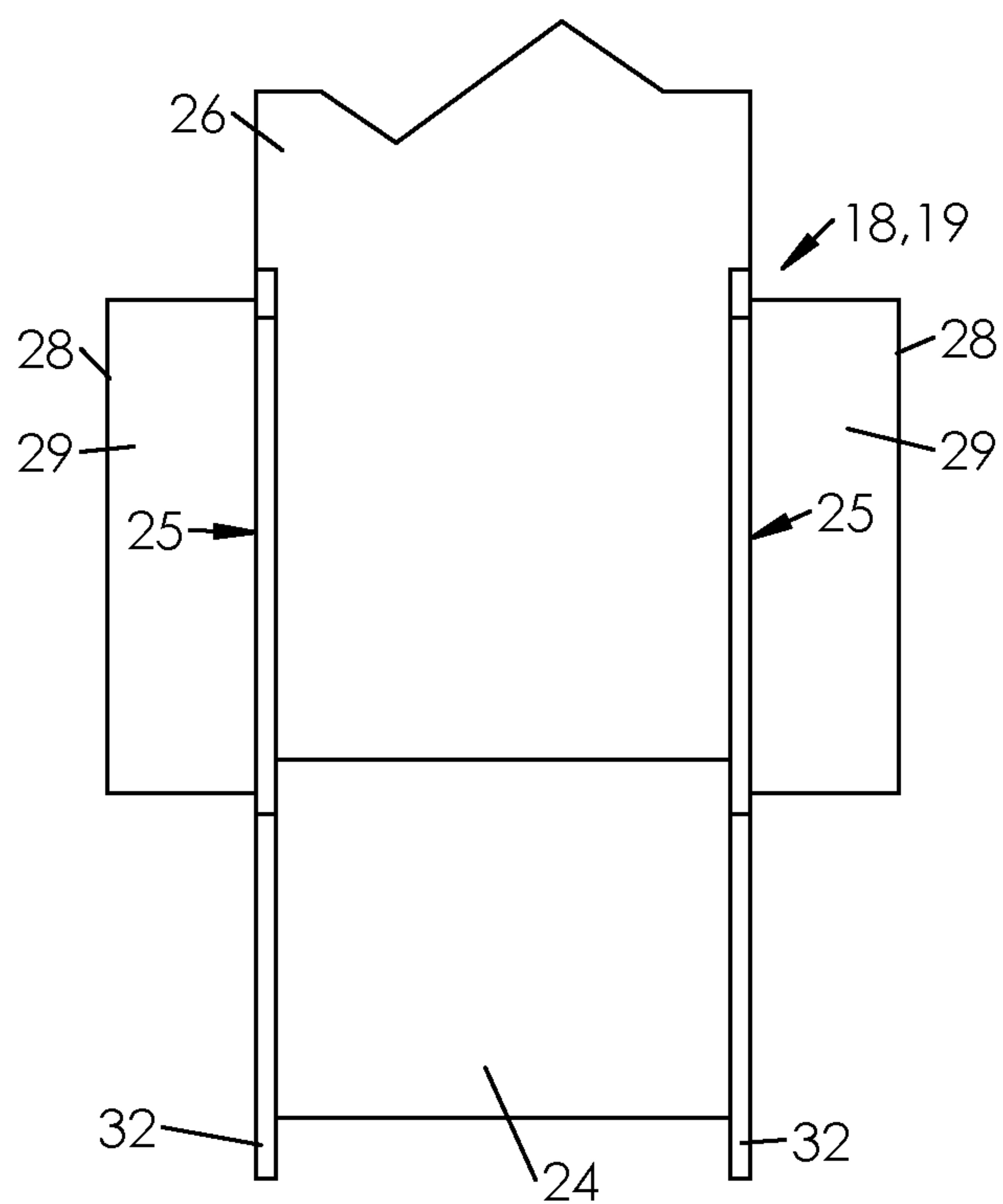
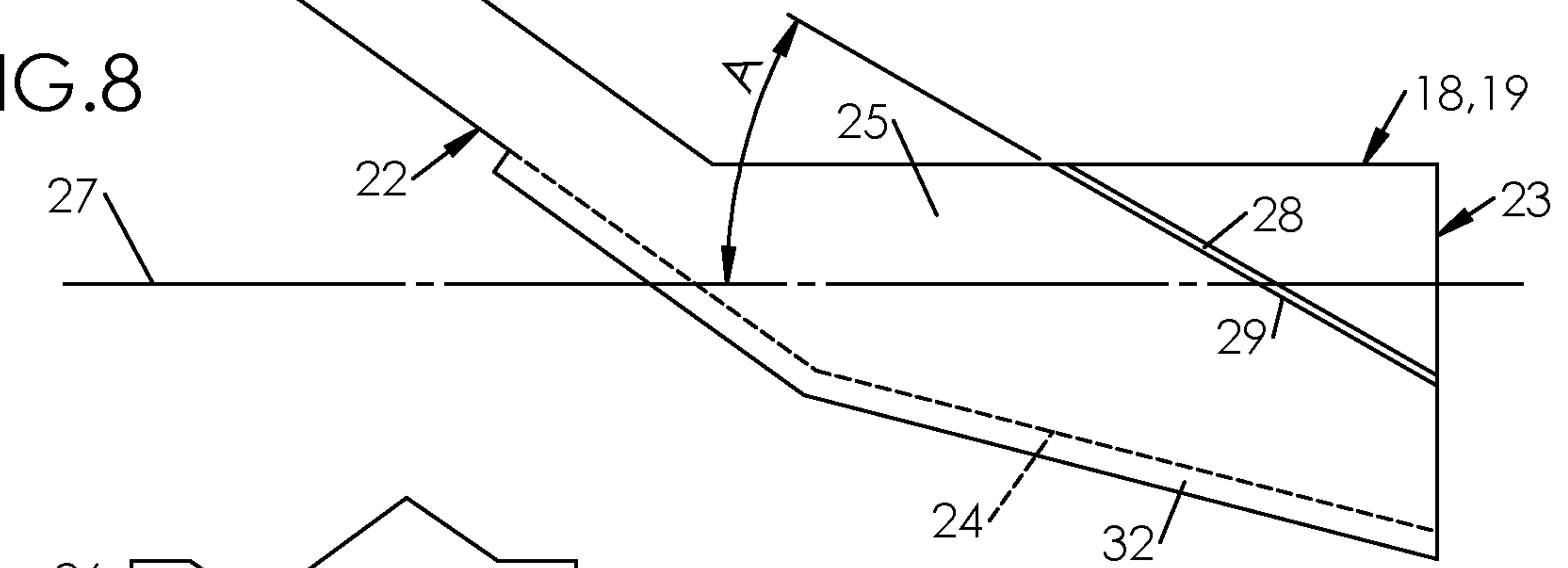
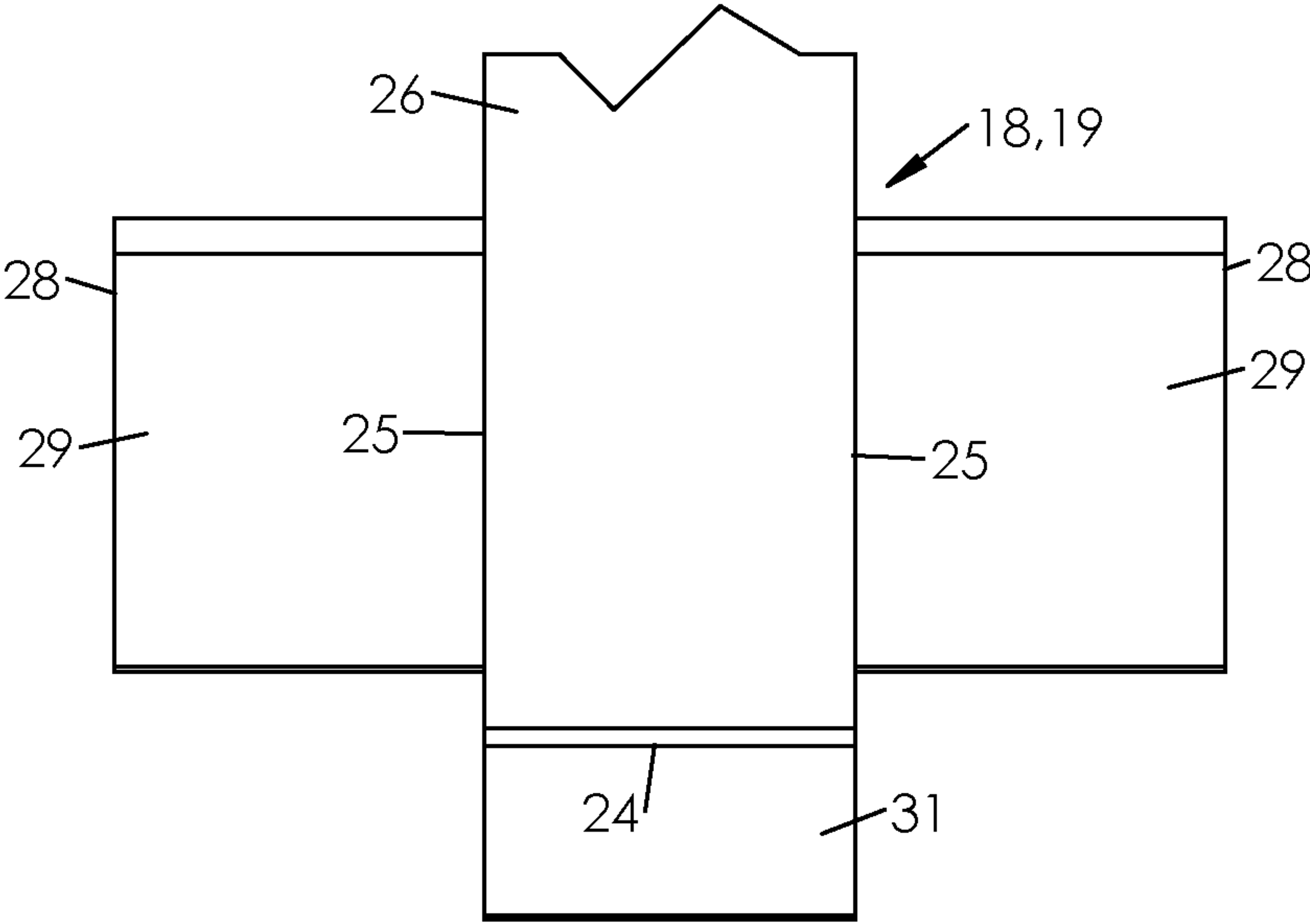
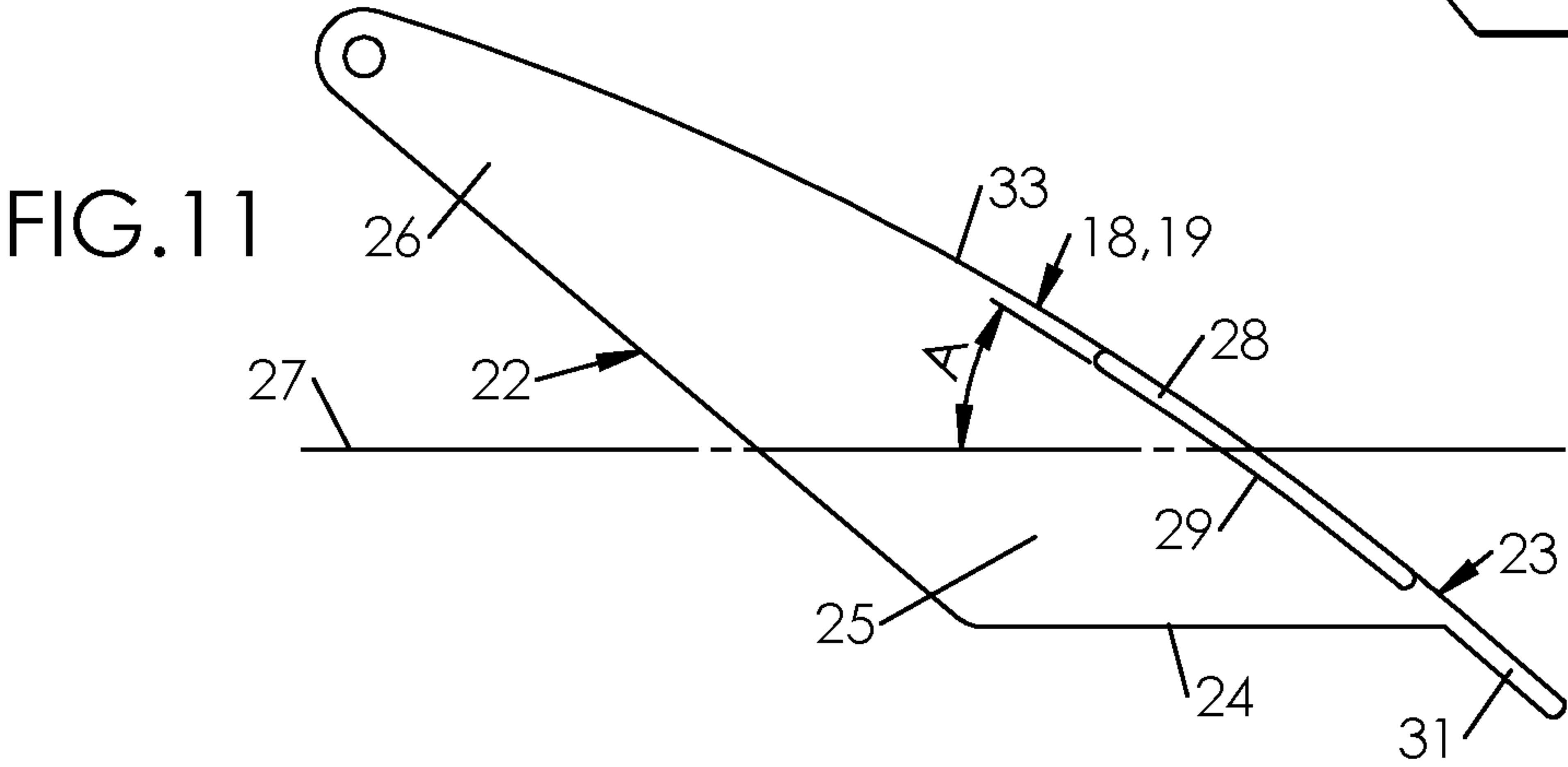
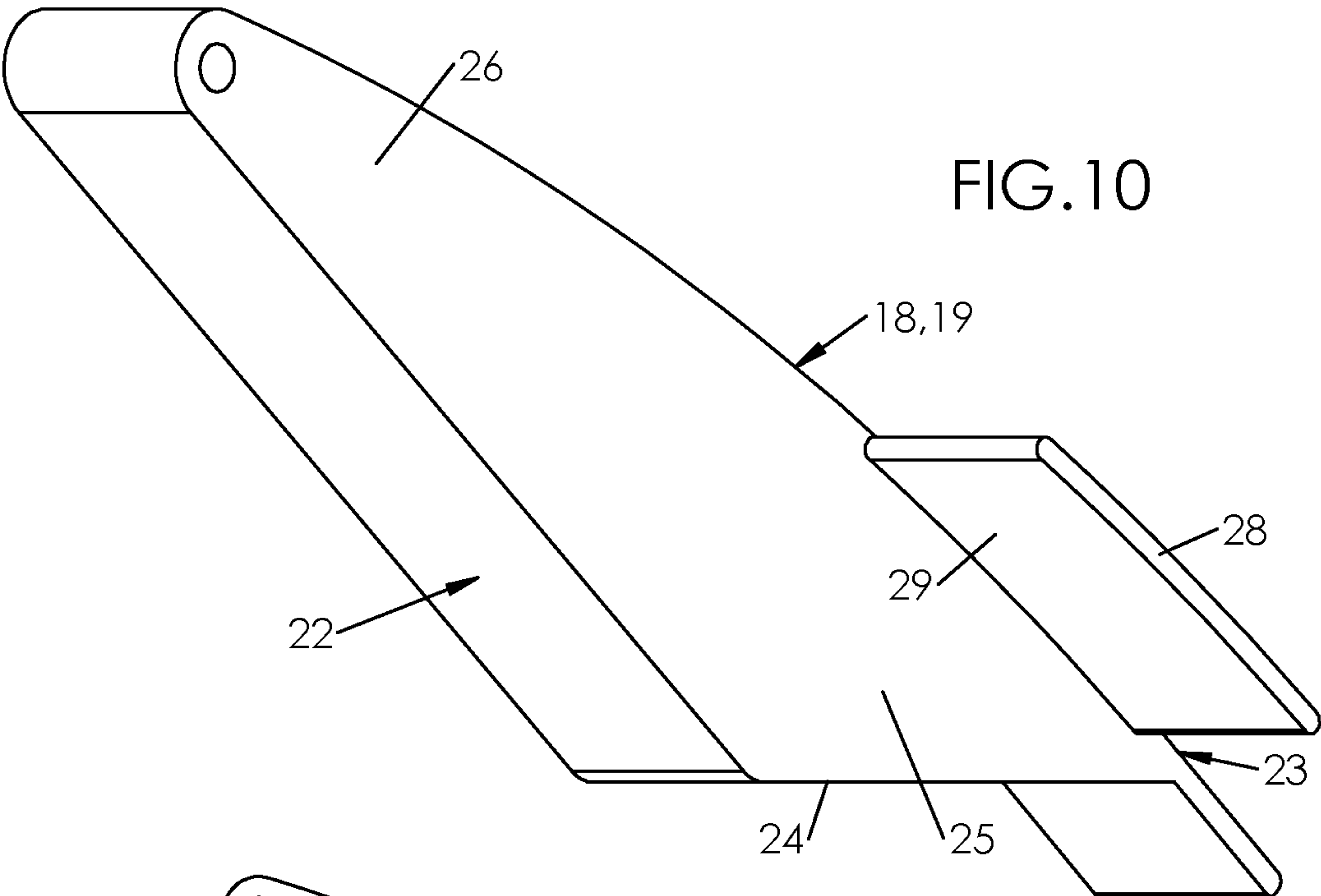
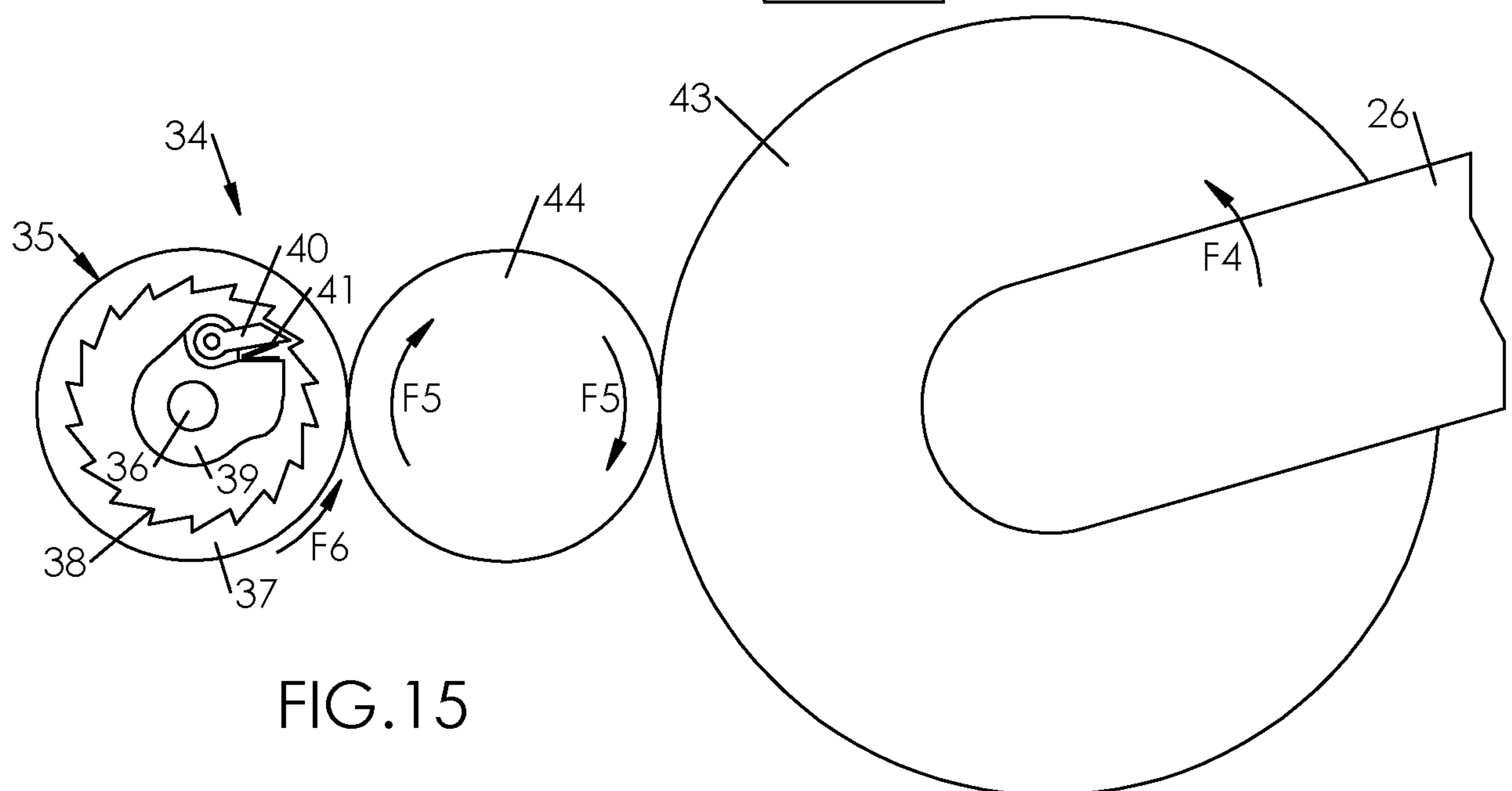
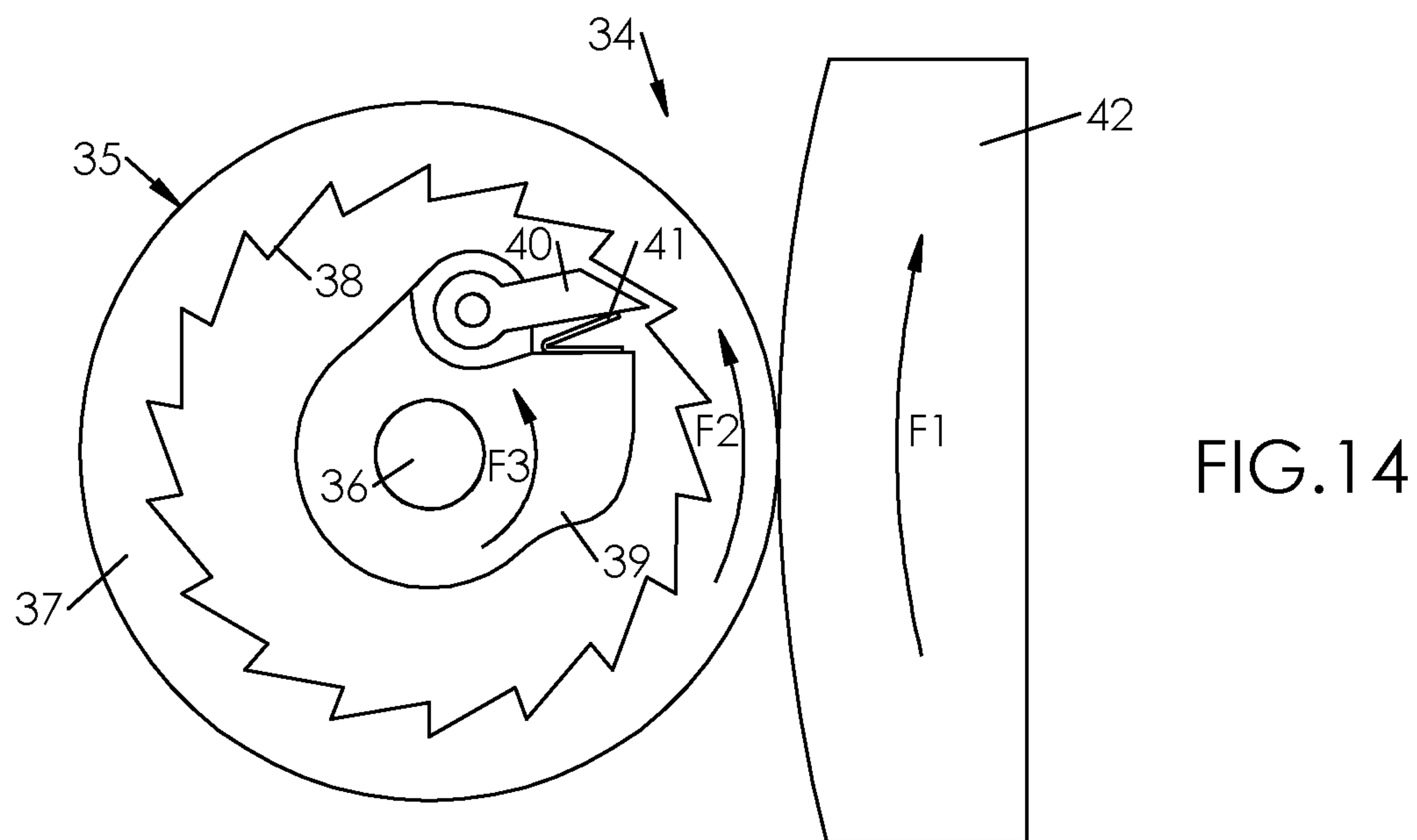
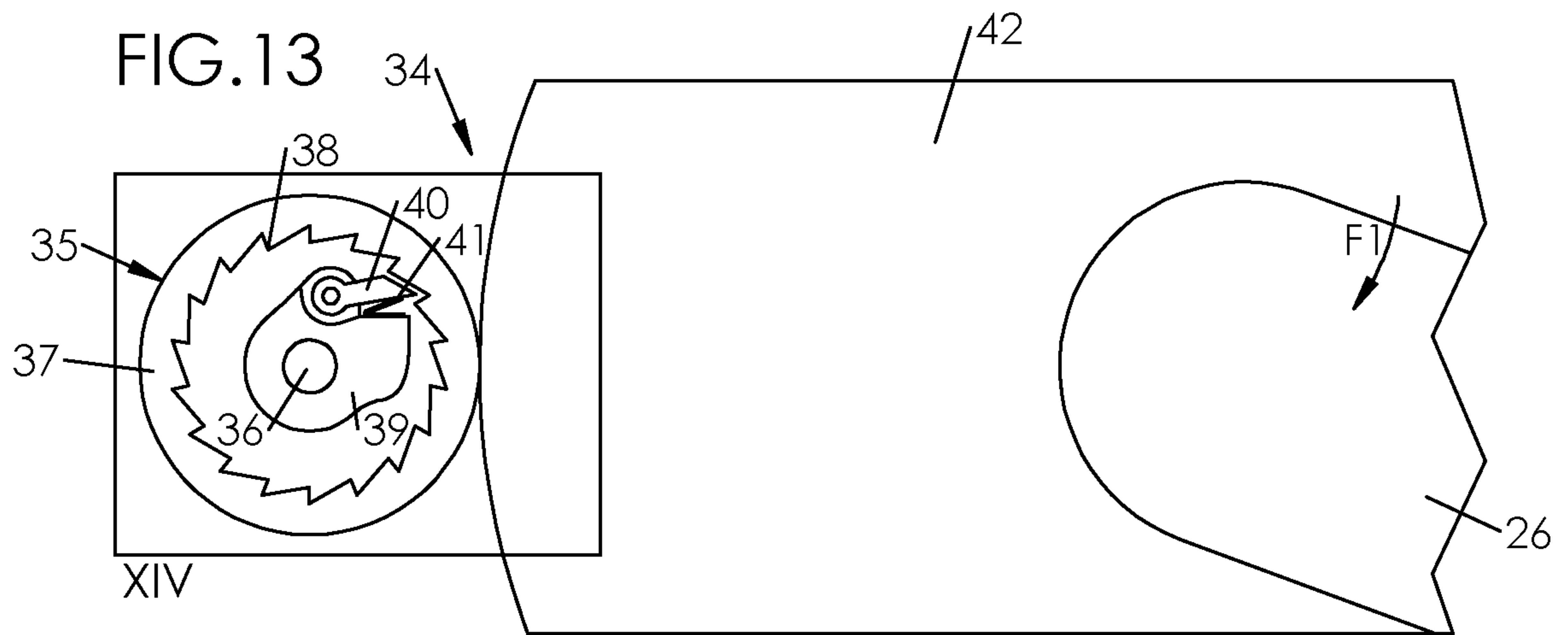
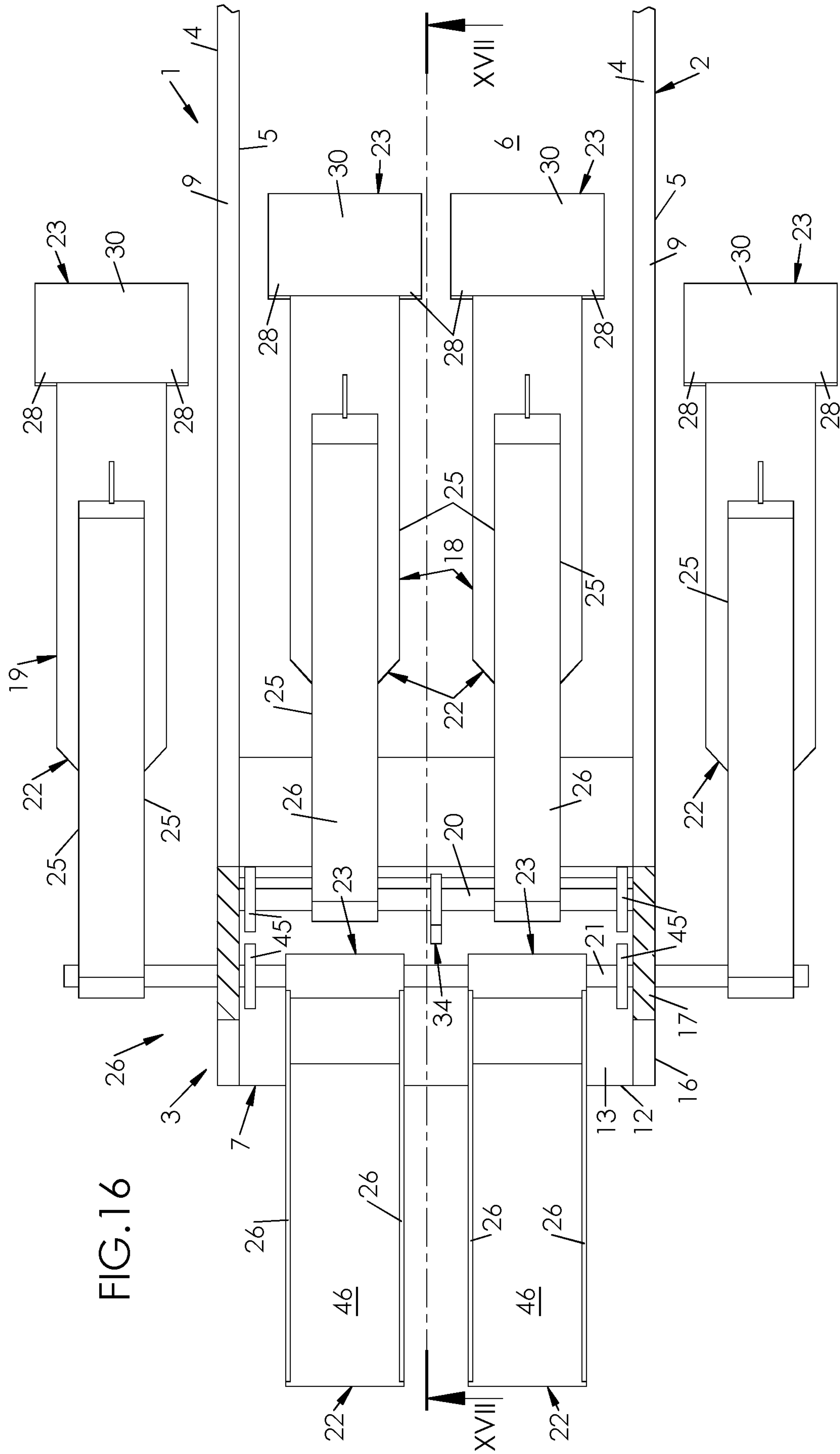


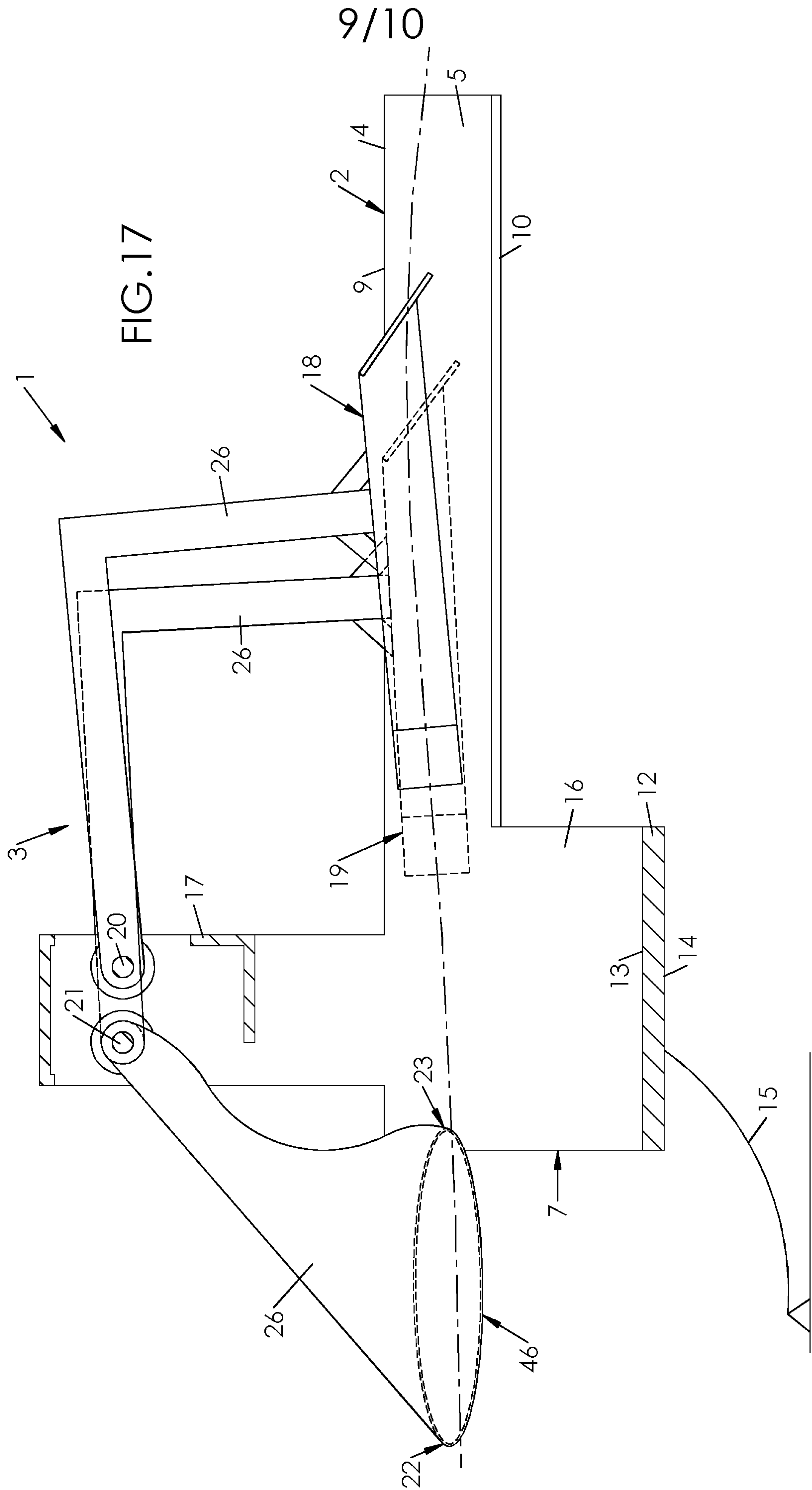
FIG.9



7/10







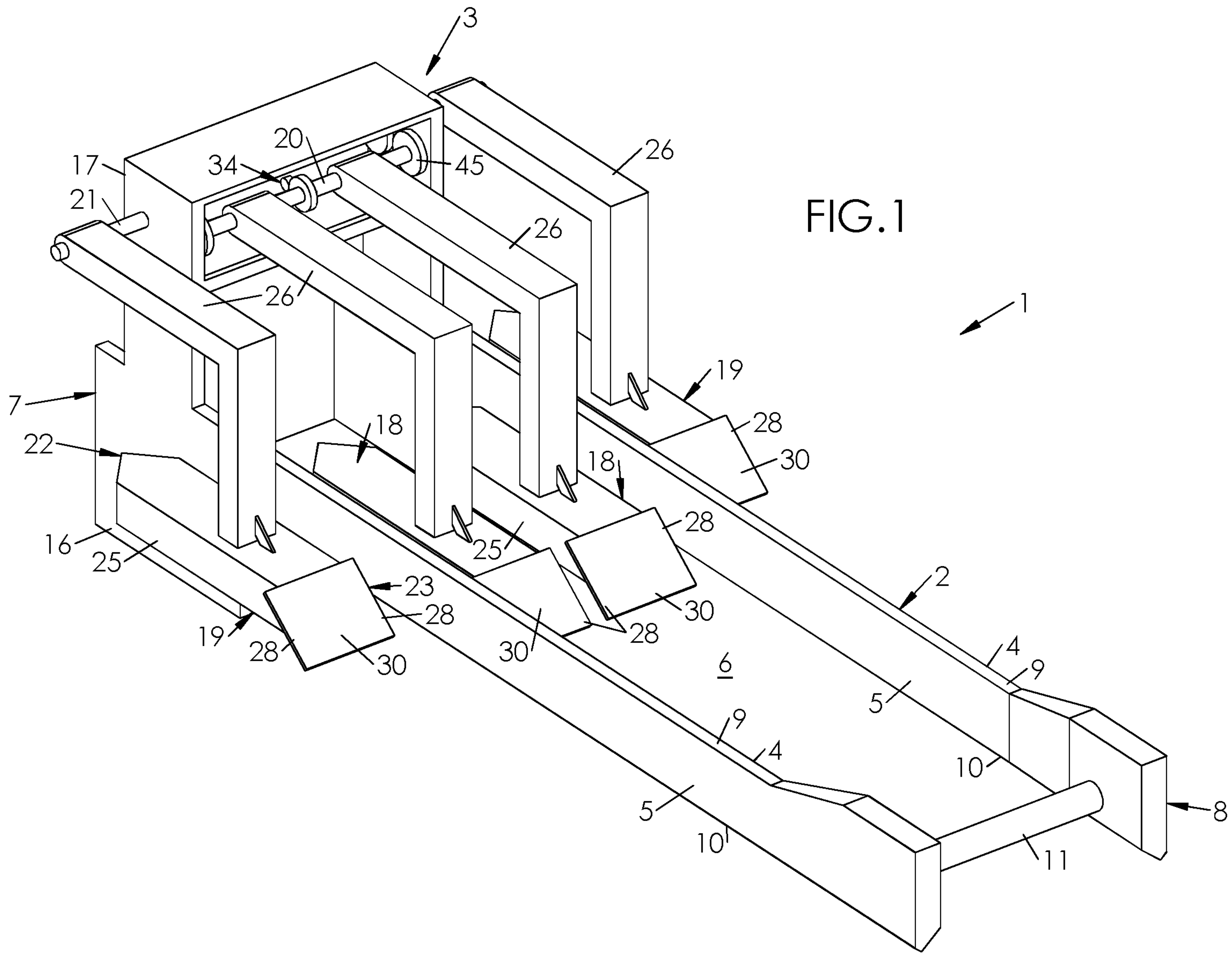


FIG.1