

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
10 décembre 2015 (10.12.2015)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2015/185841 A2

(51) Classification internationale des brevets : Non classée

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/051441

(22) Date de dépôt international :
2 juin 2015 (02.06.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1454964 2 juin 2014 (02.06.2014) FR

(71) Déposant : ADELE H. [FR/FR]; 23 quai Pierre Scize,
69009 Lyon (FR).

(72) Inventeurs : HABOUBI, Chakib; 23 quai Pierre Scize,
69009 Lyon (FR). SALVAGE, Anthony; Chamalières,
15260 Lavastrie (FR). PLANTEVIN, Antoine; 297 quar-
tier Cauvet, 13120 Biver (FR).

(74) Mandataire : SCHMIDT, Martin; 15 rue Emile Zola,
69002 Lyon (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), eurasien (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 :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))

(54) Title : FOLDING DIGITAL PIANO

(54) Titre : PIANO NUMERIQUE PLIANT

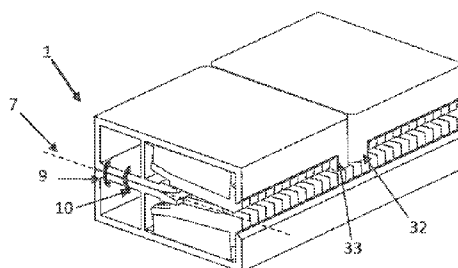


Fig. 1a

(57) Abstract : The invention concerns a folding digital piano (1) comprising a box (34), and comprising a so-called "front" area in which a keyboard (5) is located, and a so-called "rear" area (6) opposite the front area, said piano comprising two movable end portions (2, 3) and a fixed central portion (4), the movable end portions (2, 3) being mounted pivotably on the fixed central portion (4) about a respective axis (7, 8), the movable end portions (2, 3) being suitable for being folded onto the fixed central portion (4). At least one hinge (9, 10; 130) is mounted on each pivot axis (7, 8) on which the movable end portions (2, 3) pivot on the fixed central portion (4), said hinge(s) (9, 10; 130) being suitable for allowing each movable end portion (2, 3) to rotate 180° relative to the fixed central portion (4). Said hinge(s) (9, 10; 130) is (are) positioned in the rear area (6), and said hinge(s) (9, 10; 130) is (are) not visible to the user when the piano is unfolded.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2015/185841 A2



L'invention a pour objet un piano numérique pliant (1) comportant un caisson (34), et comportant une zone dite «avant» dans laquelle est située un clavier (5), et une zone dite «arrière» (6) opposée à la zone avant, ledit piano comprenant deux parties d'extrémité mobiles (2,3) et une partie centrale fixe (4), les parties mobiles externes (2,3) étant montées à pivotement avec la partie centrale fixe (4), autour d'un axe respectif (7,8), les parties d'extrémité mobiles (2,3) étant aptes à être repliées sur la partie centrale fixe (4). Au moins une charnière (9, 10; 130) est montée sur chaque axe (7,8) de pivotement des parties d'extrémité mobiles (2,3) sur la partie centrale fixe (4), ladite ou lesdites charnière(s) (9,10; 130) étant apte(s) à permettre une rotation de 180° de chaque partie mobile d'extrémité (2,3) par rapport à la partie fixe centrale (4). Ladite ou lesdites charnière(s) (9,10; 130) est (sont) positionnée(s) dans la zone arrière (6), et ladite ou lesdites charnière(s) (9,10; 130) n'est (ne sont) pas visible(s) pour l'utilisateur lorsque le piano est déplié.

PIANO NUMERIQUE PLIANT

Domaine de l'invention

L'invention appartient au domaine technique des pianos numériques et, plus particulièrement, des pianos numériques portables.

5

État de la technique

Il existe des pianos numériques dits « portables » dont la qualité sonore et le toucher sont assez voisins de ceux des pianos acoustiques, toutefois ces instruments sont très encombrants, lourds, et donc finalement assez difficiles à transporter. Il peut en particulier
10 s'avérer compliqué de les loger dans le coffre d'une voiture. Des pianos numériques pliants ont été proposés, qui sont moins volumineux une fois pliés que les pianos portables classiques.

Un piano pliant est par exemple décrit dans la demande de brevet FR 2 919 952. Ce piano se plie en deux parties articulées autour d'une charnière centrale. Ce piano est
15 certes moins encombrant une fois plié qu'un piano portable classique, toutefois son articulation centrale présente le risque que le piano, lorsqu'il est posé sur un trépied, se replie pendant l'utilisation. D'autre part le pliage et le dépliage par un utilisateur peuvent s'avérer malaisés, chacune des deux parties restant relativement lourde et encombrante.

Le brevet US 6,894,211 de Yamaha décrit un instrument de musique à clavier pliant
20 comportant deux charnières latérales et une charnière centrale. Le piano de ce brevet est prévu pour être plié en quatre et pour former après pliage une mallette qui est maintenue fermée par verrouillage des parties d'extrémité l'une sur l'autre. L'instrument visé dans ce brevet est un piano de petite taille.

Le brevet US 6,875,913 décrit un instrument de musique à clavier pliant qui, dans un des
25 modes de réalisation est pliant en trois parties. L'instrument comprend trois modules, chaque module contenant une partie de clavier, et comprend également des moyens pour replier lesdits modules à partir d'une configuration déployée dans laquelle lesdits modules sont disposés en une rangée, ledit clavier étant alors sensiblement plan, à une configuration repliée dans laquelle lesdits modules sont positionnés sensiblement l'un au-
30 dessus de l'autre. L'instrument de musique à clavier décrit dans ce brevet ne comporte pas de charnières au sens strict du terme, mais des axes de rotation, permettant de plier les parties d'extrémité sur la partie centrale de l'instrument, et un système de blocage par glissement d'un curseur dans une fente.

- 2 -

La demande de brevet GB 2 340 285 décrit un piano numérique portable, dont le clavier comprend au moins deux sections, chacune des sections contenant une pluralité de touches, et un moyen de liaison prévu sur, ou adjacent à, au moins une des deux surfaces latérales des sections, lesdites surfaces latérales étant parallèles aux touches.

5 Le clavier du piano est ainsi réalisé par emboîtement des sections grâce au moyen de liaison pour former un piano rigide. Le clavier de ce piano est de préférence un clavier pleine taille (de quatre vingt huit touches). Cependant ce piano n'est pas pliant au sens strict du terme, il est simplement démontable en plusieurs parties.

On connaît enfin, par la demande de brevet US 2004/0083877, un piano formé d'au moins
10 deux parties, susceptibles d'être repliées les unes par rapport aux autres. Ce piano intègre au moins une charnière, laquelle s'étend non seulement sur la zone arrière, mais aussi sur la zone avant où est prévu le clavier. Cette solution n'est tout d'abord pas satisfaisante en termes esthétiques, puisque certains éléments de charnière sont visibles lorsque le piano est déplié. Par ailleurs, le mode d'articulation entre deux parties
15 repliables adjacentes ne permet pas de conférer une hauteur suffisante aux touches du clavier, pour qu'elles puissent présenter un toucher « lourd ».

Il existe un besoin pour un piano numérique pliant dont la qualité sonore soit aussi proche que possible de celle d'un piano acoustique, de préférence avec un clavier pleine taille, dont l'encombrement une fois plié soit réduit, et dont le pliage / dépliage soit facile à
20 réaliser par un utilisateur.

Objet de l'invention

Un premier but de l'invention est donc un piano numérique pliant dont l'encombrement après pliage est réduit, qui est apte à être installé rapidement et facilement par une seule
25 personne, et qui présente une esthétique satisfaisante. Ce but est atteint grâce à un piano numérique pliant comportant un caisson, une zone dite « avant » dans laquelle est situé un clavier, une zone dite « arrière » opposée à la zone avant, deux parties d'extrémité mobiles et une partie centrale fixe, les parties mobiles externes étant montées à pivotement avec la partie centrale fixe autour d'un axe respectif, les parties d'extrémité
30 mobiles étant aptes à être repliées sur la partie centrale fixe et le clavier étant partagé entre la partie fixe et les parties mobiles, au moins une charnière montée sur chaque axe de pivotement des parties d'extrémité mobiles sur la partie centrale fixe, ladite ou lesdites charnières étant aptes à permettre une rotation de 180° de chaque partie mobile d'extrémité par rapport à la partie fixe centrale, ledit piano numérique pliant étant
35 caractérisé en ce que ladite ou lesdites charnières est/sont positionnées dans la zone

- 3 -

arrière et ladite ou lesdites charnières n'est / ne sont pas visibles pour l'utilisateur lorsque le piano est déplié.

Dans la définition générale de l'invention, on peut prévoir une, deux ou plusieurs charnière(s), au niveau de chaque axe d'articulation d'une partie mobile sur la partie
5 centrale fixe.

De façon avantageuse, la partie centrale fixe et chaque partie mobile définissent des parois de recouvrement, lesquelles recouvrent chaque charnière lorsque le piano est déplié, de sorte que ladite ou lesdites charnière(s) n'est (ne sont) pas visible(s) pour l'utilisateur.

10 De préférence, les bords extérieurs des parties d'extrémité mobiles sont sensiblement au contact l'un de l'autre lorsque le piano est en position complètement fermée. Les différentes parties du clavier sont ainsi enfermées complètement dans l'ensemble replié, ce qui permet de les protéger des dommages extérieurs de manière optimale.

Dans un mode de réalisation préféré, les parties d'extrémité mobiles ont
15 avantageusement une longueur sensiblement égale à la moitié de la longueur de la partie centrale fixe.

Dans un premier mode de réalisation, au moins deux charnières sont montées sur chaque axe de pivotement des parties d'extrémité mobiles sur la partie centrale fixe, et lesdites charnières situées sur un même axe sont espacées les unes des autres d'une distance
20 telle que le pivotement de la partie mobile considérée par rapport à la partie fixe se fait sans déviation par rapport à l'axe.

Dans ce premier mode de réalisation, d'un point de vue structurel, chaque charnière du piano numérique selon l'invention montée sur l'axe de pivotement entre la partie fixe et une des parties mobiles comporte par exemple une première platine, dite « fixe »,
25 constituée de deux pièces identiques espacées l'une de l'autre, qui se fixent, par tout moyen approprié tel qu'un vissage ou un collage, sur la partie centrale fixe, chaque pièce de platine comprenant une lumière en arc de cercle, une seconde platine dite « mobile » qui se fixe, par tout moyen approprié tel qu'un vissage ou un collage, sur une partie mobile d'extrémité et comprend une lumière en arc de cercle, un coulisseau, pourvu de
30 saillies telles que des patins (c'est-à-dire des pièces fixes) ou des galets (c'est-à-dire des pièces mobiles) aptes à se loger et à glisser dans la lumière respective de chaque pièce de platine fixe, le coulisseau comportant également des éléments (galets ou patins) qui le rendent apte à glisser dans la lumière de la platine mobile.

Un autre but de l'invention est un piano numérique pliant dans lequel, lorsque le piano est
35 en position ouverte, l'écart entre la partie fixe et chaque partie mobile du clavier n'est pas

- 4 -

perceptible visuellement. Ce but est atteint, de façon avantageuse, grâce au positionnement approprié de chaque partie des charnières.

Encore un autre but de l'invention est un piano numérique pliant qui peut être ouvert et fermé par un utilisateur sans risque d'endommager le piano, et l'utilisateur fournissant une
5 force modérée. Ce but est atteint grâce à l'adjonction d'un système amortisseur en association à chaque axe de pivotement des parties mobiles d'extrémité sur la partie fixe.

Dans un mode de réalisation, le système d'amortissement comprend une glissière fixée sur la partie fixe, une chape pivotante fixée à la partie mobile, une tige coudée qui relie la partie mobile et la glissière, un premier amortisseur, un second amortisseur, la tige
10 coudée comprenant une première partie d'extrémité de tige, dont les extrémités sont des axes de rotation respectivement pour le premier amortisseur, et pour le second amortisseur, et une seconde partie d'extrémité de tige située à l'opposé de la première partie, et qui est montée en coulissement dans la chape, l'extrémité de la tige qui est l'axe de rotation du premier amortisseur étant en outre montée en coulissement dans la
15 glissière, le premier amortisseur étant également monté en rotation, à son autre extrémité, sur un axe fixé dans le fond de la partie centrale, et le second amortisseur étant également monté en rotation à son autre extrémité sur un axe fixé dans la partie supérieure de la partie centrale fixe.

Dans un second mode de réalisation, qui est un mode préféré de la charnière équipant le
20 piano de l'invention, chaque charnière comporte une première biellette, dont un premier bras, dit bras pivotant, est monté pivotant sur la partie centrale fixe et dont l'autre bras, dit bras coulissant, est monté coulissant dans une glissière ménagée dans la partie mobile, une deuxième biellette, dont un premier bras, dit bras pivotant, est monté pivotant sur la partie mobile, et dont l'autre bras, dit bras coulissant, est monté coulissant dans une
25 glissière ménagée dans la partie centrale fixe, les première et deuxième biellettes étant articulées l'une à l'autre en une zone intermédiaire respective, située entre les premier et deuxième bras.. Dans ce mode de réalisation, on peut utiliser une, deux ou plusieurs charnière(s), au niveau de chaque axe d'articulation d'une partie mobile sur la partie centrale fixe. De façon préférée, on utilise une unique charnière par axe d'articulation.

De façon avantageuse, chaque bras coulissant vient sensiblement en butée contre une première extrémité d'une glissière respective lorsque la partie fixe et la partie mobile sont placées côte à côte, chaque bras coulissant vient sensiblement en butée contre l'extrémité opposée de cette glissière, lorsque la partie fixe et la partie mobile définissent une configuration intermédiaire de pivotement, et chaque bras coulissant est placé en un
30 point intermédiaire d'une glissière respective lorsque la partie fixe et la partie mobile sont placées l'une au-dessus de l'autre.
35

- 5 -

Selon une caractéristique avantageuse, le bras monté coulissant dans la glissière de la partie fixe est associé à des moyens d'amortissement, permettant d'amortir le mouvement relatif des deux parties, dans les deux sens opposés de pivotement. Ces moyens d'amortissement comprennent avantageusement un vérin unique, dont le corps ou la tige
5 est articulé sur la partie fixe, et dont la tige ou le corps est articulé sur le bras monté coulissant dans la glissière de la partie fixe.

Selon une autre caractéristique avantageuse, l'axe d'articulation de chaque premier bras, sur la partie respectivement fixe ou mobile, fait saillie en direction de la partie respectivement mobile ou fixe, au-delà du plan de joint entre ces deux parties.

10 Un autre but de l'invention est un piano numérique léger, et esthétiquement agréable. Ce but est atteint grâce au fait que le caisson du piano numérique est constitué de bois.

Selon un mode de réalisation alternatif, le caisson comprend une ossature réalisée en un matériau présentant une résistance mécanique plus élevée que celle du bois, notamment en aluminium, ainsi qu'un habillage comportant du bois, rapporté sur au moins une partie
15 de la face extérieure de cet habillage. Le piano présente alors une robustesse globale élevée, ainsi qu'une esthétique satisfaisante.

Un autre but de l'invention est un piano numérique dont l'utilisation soit sûre, c'est-à-dire que le piano est fixé en position ouverte, et ne présente pas de risque de pincement. Ce but est atteint grâce au fait que le piano selon l'invention est verrouillable en position
20 dépliée.

Dans un mode de réalisation, le piano selon l'invention est en outre verrouillable en position pliée, ce qui est préférable pour que le transport s'effectue dans de bonnes conditions.

Dans un mode de réalisation préféré du piano numérique pliant selon l'invention, les
25 touches du clavier ont un « toucher lourd ». Les touches blanches peuvent avoir toutes le même poids, ou peuvent avoir un poids différent en fonction de la note représentée ; il en est de même des touches noires qui peuvent avoir chacune le même poids ou un poids différent selon la note représentée. Chaque touche possède au moins un capteur assurant la détection du mouvement des touches, et de préférence plusieurs capteurs.

30 Le piano numérique pliant selon l'invention peut être équipé d'un ordinateur intégré dans le caisson qui comprend un logiciel de modélisation et de génération de sons.

Il peut être équipé d'un système de variation dynamique du timbre en fonction du toucher.

- 6 -

Description de l'invention

Les figures 1a à 1c sont des vues en perspective du piano pliant selon l'invention, la figure 1a est une vue en position pliée, encore appelée position fermée, la figure 1b est une vue en position partiellement dépliée, la figure 1c est une vue en position
5 complètement dépliée, ou position ouverte.

La figure 2 est une vue en perspective d'un mode de réalisation du piano selon l'invention, dans lequel les charnières sont des charnières invisibles dites « demi-lunes ».

Les figures 3a et 3b sont des vues de face d'un mode de réalisation du piano selon l'invention, dans lequel les charnières sont des charnières invisibles dites « demi-lunes ».

10 La figure 3c est une vue éclatée et en perspective des charnières dites « demi-lunes ».

La figure 4 est une vue en perspective d'un mode de réalisation du système d'amortissement.

Les figures 5a à 5e sont des vues « de face » du système d'amortissement à différentes étapes de l'ouverture du piano.

15 Les figures 6a et 6b sont des vues en perspective du piano selon l'invention respectivement en positions ouverte et fermée, dans lesquelles ce piano est équipé de charnières invisibles conformes à un autre mode de réalisation.

Les figures 7a à 7d sont des vues de côté, illustrant différentes configurations de la charnière des figures 6a et 6b, au fur et à mesure du déplacement du piano entre ses
20 positions ouverte et fermée.

Références des figures :

1	Piano selon l'invention
2	Partie mobile d'extrémité « gauche »
3	Partie mobile d'extrémité « droite »
4	Partie centrale fixe
5	Clavier
6	Zone arrière
7	Axe/articulation entre la partie mobile d'extrémité 2 et la partie centrale fixe 4
8	Axe/articulation entre la partie mobile d'extrémité 3 et la partie centrale fixe 4
9,10	Charnière
11	Platine dite « mobile » de la charnière
12	Platine dite « fixe » de la charnière
12a,12b	Parties (identiques) de la platine fixe 12
13	Coulisseau entre la platine mobile 11 et la platine fixe 12
13a,13b	Parties (identiques) du coulisseau 13
14a	Lumière de la partie 12a

- 7 -

14b	Lumière de la partie 12b
15	Lumière de la platine fixe 11
16a	Galets (ou patin) fixés sur la partie 13a du coulisseau et coulissant dans la lumière 14a
16b	Galets (ou patin) fixés sur la partie 13b du coulisseau et coulissant dans la lumière 14b
17	Galet (ou patin) fixés sur le coulisseau 13 et coulissant dans la lumière 15
18	Ergots d'alignement des parties « avant » (parties de claviers)
19	Système amortisseur
20	Premier amortisseur
21	Second amortisseur
22	Tige de Liaison entre la partie mobile 2 (ou 3) et la partie fixe 4
23	Glissière
25	Axe de rotation de l'amortisseur 20
26	Axe de rotation de l'amortisseur 20 en coulissement dans la glissière 23
24,27	Axes de rotation de l'amortisseur 21
29	Chape pivotante montée dans la partie mobile 2,3
30	Partie de tige en coulissement dans la chape 29
32,33	Bords extérieurs des parties mobiles 2,3
34	Caisson du piano
103	Partie mobile
104	Partie fixe
A103	Axe de 103
A104	Axe de 104
110	Caisson de la partie 104
111	Ame de 110
112,113	Ailes de 110
114	Rebord de 110
115	Plot de 110
116	Voile de 110
117	Glissière de 116
118	Chape de 116
119	Encoche de 116
120	Caisson de la partie 103
121	Ame de 120
122,123	Ailes de 120
124	Rebord de 120
125	Plot de 120
126	Voile de 120
126'	Echancrure de 126
127	Glissière de 126
128	Chape de 126
129	Encoche de 126
130	Charnière
140	Première biellette
141,142	Bras de 140
143	Tronçon médian de 140
145	Pion de 140
150	Deuxième biellette
151,152	Bras de 150
153	Tronçon médian de 150

155	Pion de 150
160	Pion supplémentaire
170	Vérin
171	Corps de 170
172	Tige de 170

- De manière usuelle, un piano numérique comprend un clavier, comprenant jusqu'à quatre vingt huit touches, similaire à celui d'un piano acoustique, un système de génération de sons, qui produit un son particulier en fonction des touches actionnées par le musicien qui utilise le piano, et en fonction de la manière dont le musicien actionne ces touches, ce système étant équivalent de fait aux marteaux et cordes d'un piano acoustique. Ce système de génération du son comprend lui-même une partie de commande électronique ou informatique, une partie acoustique, généralement sous la forme de haut-parleurs, et généralement un amplificateur. Une connectique assez complexe relie le clavier au système électronique de génération du son. Le système de génération du son et la connectique sont logés dans un caisson, attenant au clavier et situé à l'arrière du clavier, ce caisson englobant également le dessous du clavier de manière à former un ensemble monobloc. On entend ici par « avant » la partie située près du musicien lorsqu'il joue de son instrument, et par « arrière » la partie située à l'opposé de la partie avant par rapport au musicien.
- 15 Les pianos numériques existant actuellement peuvent être transportables, mais sont très encombrants. Quelques pianos numériques pliants ou démontables ont été proposés, mais ne donnent pas entière satisfaction, ainsi que cela est décrit ci-dessus.

La présente invention a donc pour objet un nouveau type de piano numérique pliant. Le piano numérique pliant selon l'invention est de préférence équipé d'un clavier « pleine largeur », c'est-à-dire un clavier de quatre vingt huit touches. Dans certains modes de réalisation, le clavier peut comporter moins de quatre vingt huit touches, par exemple soixante et une touches. Dans le cadre de la présente invention il est également envisagé d'élargir le clavier au-delà de 88 touches.

Le piano numérique pliant de la présente invention est conçu pour être apte à remplacer un piano acoustique, il a par conséquent nécessairement une excellente qualité de son, une bonne qualité de toucher de note, et une bonne esthétique. Le piano numérique pliant selon l'invention est en outre léger et facile à transporter.

De par sa construction particulière, le piano pliant selon l'invention est robuste et durable dans le temps. Les pianos numériques pliants sont destinés à être transportés, et sont susceptibles d'être traités avec relativement peu de soin par leurs utilisateurs, particulièrement lors du transport et lors des phases de mise en place et de rangement ; il

- 9 -

est donc nécessaire de les construire de manière à ce qu'ils soient « mécaniquement » résistants.

La robustesse du piano numérique pliant selon l'invention est en particulier obtenue grâce à une conception adéquate des éléments permettant son pliage. Les charnières sont plus
5 spécialement un élément clé à prendre en compte dans la conception de ces éléments de pliage.

Premier mode de réalisation

On va maintenant décrire un premier mode de réalisation d'un piano numérique pliant selon l'invention. En référence aux figures 1 à 5, et en particulier aux figures 1a à 1c, ce
10 piano comprend une partie centrale fixe **4**, et des parties mobiles **2,3** placées à chaque extrémité de la partie centrale **4**. De manière très préférentielle, les deux parties mobiles d'extrémité **2,3** ont toutes deux la même longueur et cette longueur est sensiblement égale à la moitié de la longueur de la partie centrale fixe **4**. De cette manière, lorsque le piano est complètement replié (figure 1a) les bords extérieurs **32,33** des parties mobiles
15 **2,3** sont placés adjacents l'un à l'autre (on entend ici par « bord extérieur » le bord qui se trouve à l'extérieur lorsque le piano est ouvert). Cette manière de plier le piano selon l'invention permet à la fois d'avoir un encombrement minimum lorsque le piano est plié (en position de rangement ou de transport), et d'avoir une bonne stabilité lorsque le piano est ouvert (en position de jeu)

20 Le piano numérique pliant selon l'invention comporte d'autre part une zone dite « zone avant » essentiellement constituée par le clavier **5**, et une zone dite « zone arrière » **6**, dans laquelle sont logés la connectique, les composants électroniques/informatiques (non représentés) nécessaires au fonctionnement (i.e. à la génération du son) du piano, et éventuellement les haut-parleurs.

25 Les parties mobiles externes **2,3** sont montées à pivotement par rapport à la partie centrale fixe **4**, autour d'axes **7,8** respectivement. Le pivotement est permis par des charnières **9,10**. On entend ici par charnière une attache articulée composées d'au moins deux pièces enclavées l'une dans l'autre et tournant autour d'un axe commun autour duquel l'une au moins peut tourner librement. L'axe **7,8** peut être matérialisé ou non.

30 Pour des raisons de « spatialisation » du son, les haut-parleurs (non représentés) sont de préférence logés dans les parties d'extrémité mobiles **2,3**, qui comprennent également une partie du clavier et une partie de la connectique, par conséquent ces parties mobiles **2,3** sont assez lourdes, elles ont généralement une masse comprise entre 3 et 5 kg pour un piano équipé d'un clavier pleine largeur. Les charnières **9,10** doivent par conséquent

- 10 -

être capables de supporter sans dommage des charges assez importantes lors de l'ouverture et de la fermeture du piano.

Les inventeurs se sont rendu compte qu'il est particulièrement avantageux que les charnières **9,10** soient placées dans la zone arrière **6**, car cette configuration permet de
5 conserver la continuité du clavier dans la zone avant. De plus c'est dans cette partie du piano selon l'invention que se trouve l'espace nécessaire au logement des charnières **9,10**, qui, comme mentionné ci-dessus, doivent être aptes à supporter les charges dues poids des parties mobiles externes **2,3**, et sont donc nécessairement relativement volumineuses.

10 Les charnières **9,10** doivent également permettre une rotation de 180° des parties mobiles externes **2,3** par rapport à la partie centrale fixe **4**, afin que le piano selon l'invention soit ouvert totalement à plat lors de son utilisation et complètement fermé lorsqu'il est en position pliée.

La zone arrière **6** occupe au plus la moitié de la largeur du piano. Les charnières **9,10**
15 sont par conséquent déportées sur l'arrière du piano, comme cela est particulièrement bien visible à la figure 1a. Pour que le pliage et le dépliage se fassent de manière correcte, à savoir par un pivotement sans décalage angulaire autour de l'axe **7,8**, il s'avère nécessaire que chaque axe **7,8** soit équipé d'au moins deux charnières. Ces deux charnières doivent en outre être espacées l'une de l'autre de la largeur disponible sur la
20 zone arrière, ce qui permet de limiter le porte-à-faux du clavier de la zone avant : ce porte-à-faux pourra être utilement limité par les ergots d'alignement **18**. Les charnières elles-mêmes doivent de plus être aptes à assurer que le pivotement de la partie mobile **2,3** par rapport à la partie centrale **4** se fasse bien selon l'axe prévu **7,8**.

Il est d'autre part préférable que les charnières **9,10** soient constituées de peu de pièces
25 mécaniques pour faciliter la construction du piano selon l'invention et réduire le risque de dysfonctionnements, par exemple en cas de rupture d'une pièce.

Les charnières **9,10** doivent en outre présenter une faible épaisseur afin d'être compatibles avec l'intégration de la connectique, des parties électroniques et des haut-parleurs.

30 D'autre part, l'aspect esthétique du piano selon l'invention étant essentiel, il est nécessaire que les charnières soient invisibles lorsque le piano est en position ouverte.

Un exemple particulièrement avantageux de charnières utilisées dans la construction du piano selon l'invention est présenté de manière schématique aux figures 2 et 3a 3b et 3c.

En référence aux figures 2, 3a et 3b et 3c, la charnière **9,10** comporte une première
35 platine **12**, dite « fixe », et qui comprend deux pièces identiques **12a,12b** espacées l'une

- 11 -

de l'autre, ces deux pièces **12a,12b** se fixant, par tout moyen approprié tel qu'un vissage ou un collage, sur la partie centrale fixe **4**. Chaque pièce de platine **12a,12b** comprend une lumière en arc de cercle respective **14a,14b**.

5 La charnière **9,10** comporte une seconde platine **11** dite « mobile » qui se fixe, par tout moyen approprié tel qu'un vissage ou un collage, sur une partie d'extrémité **2** ou **3**. Cette platine **11** comprend également une lumière en arc de cercle **15**.

10 La charnière **9,10** comprend enfin un coulisseau **13**. Le coulisseau **13** comprend « sur chacune de ses faces externes » au moins une saillie **16a,16b** telle que des galets ou un patin, apte à se loger et à glisser dans la lumière **14a,14b** respectif. Le coulisseau **13** comprend également des éléments similaires **17** qui le rendent apte à glisser dans la lumière **15** de la partie mobile **11**. Le coulisseau **13** n'a pas une forme particulière, il doit simplement être apte à faire la liaison entre les platines **11** et **12** et permettre le fonctionnement correct de la charnière. Dans un mode de réalisation, le coulisseau **13** est également en forme d'arc de cercle. Seuls les galets ou patins **16a, 16b** et **17** sont
15 assujettis à un positionnement particulier, en étant implantés sur une ligne courbe qui épouse celle des lumières **14a, 14b** et **15**. Ce positionnement conditionne la trajectoire de la platine mobile **11**, qui est représentée sur les figures comme étant un arc de cercle, mais qui peut être n'importe quelle autre trajectoire apte à permettre la rotation de la partie mobile **2,3** par rapport à la partie fixe **4**.

20 Dans un mode de réalisation préféré, représenté à la figure 2, le coulisseau **13** comprend deux parties **13a,13b** identiques et espacées l'une de l'autre, et dans ce cas, la lumière **15** de la platine **11** est placée entre les deux parties **13a,13b**, qui sont reliées par un axe qui permet le glissement du coulisseau dans la lumière **15**.

25 Ainsi que cela est visible sur la figure 3a, lorsque le piano selon l'invention est fermé, les charnières **9,10** sont déployées. Dans cette position, les éléments **14a,14b, 13a, 13b, 15** sont sensiblement bout à bout, formant sensiblement un cercle complet, et la partie mobile d'extrémité **2,3** est superposée sur la partie centrale fixe **4**.

30 Ainsi que cela est visible sur la figure 3b, lorsque le piano selon l'invention est ouvert, les charnières **9,10** sont repliées. Dans cette position, les éléments **14a,14b, 13, 15** sont « emboîtés » ou « encastrés » les uns dans les autres, et les parties fixe **4** et mobile **2,3** sont alignées l'une avec l'autre.

35 La charnière selon l'invention permet une rotation de 180° des parties mobiles d'extrémité **2,3** par rapport à la partie centrale **4**. L'axe de rotation **7,8** est dématérialisé, ce qui permet de rendre l'articulation plus facilement invisible lorsque le piano selon l'invention est ouvert. La charnière selon l'invention est en outre composée de peu de pièces. Les

- 12 -

charnières **9,10** sont invisibles lorsque le piano est ouvert et ne gênent pas l'intégration de la connectique.

Les platines **11,12a,12b** sont montées sur leur partie mobile **2** ou fixe **4** respective de manière à ce que les parties mobile **2** et fixe **4** soient au contact l'une de l'autre lorsque le piano est ouvert. (Concrètement, dans le cas de la charnière **9,10** décrite ci-dessus, cela signifie que les platines doivent être fixées en retrait du bord des parties respectives, d'une distance définie par la taille de la charnière).

Amortissement

Dans un mode de réalisation avantageux illustré sur les figures 4 et 5, un système d'amortissement **19** est associé à chaque axe **7,8**, de manière à éviter une fermeture et une ouverture trop brutale du piano, qui pourrait se produire en particulier lorsque l'utilisateur laisse échapper volontairement ou involontairement, la partie mobile **2** ou **3** lors de l'ouverture ou de la fermeture de l'instrument. Une fermeture ou une ouverture brutale risquerait en effet d'endommager le piano ou blesser l'utilisateur.

De préférence, le système d'amortissement **19** joue en outre un rôle d'assistance à l'utilisateur lors de l'ouverture et de la fermeture du piano. Lors de l'ouverture du piano, l'utilisateur soulève la partie mobile **2,3** depuis sa position fermée (horizontale) jusqu'à la verticale (mouvement vers le haut), puis la laisse descendre (mouvement vers le bas) jusqu'à la position complètement ouverte (horizontale). De la même manière, lors de la fermeture du piano, l'utilisateur soulève la partie mobile **2,3** depuis sa position ouverte (horizontale) jusqu'à la verticale (mouvement vers le haut), puis la laisse descendre (mouvement vers le bas) jusqu'à la position complètement fermée (horizontale), en freinant le mouvement vers le bas des parties mobiles **2,3**. Avantageusement, le système d'amortissement **19** est apte à fournir une assistance mécanique aussi bien lors des mouvements vers le haut, pour aider à soulever la partie mobile **2,3** depuis la position ouverte ou la position fermée, que lors des mouvements vers le bas, pour freiner le mouvement.

Un mode de réalisation du système d'amortissement **17** est décrit en référence aux figures 4 et 5. Dans ce mode de réalisation, le système comprend un premier amortisseur **20**, un second amortisseur **21**, et une glissière **23** fixée sur la partie fixe **4**. Une chape pivotante **29** est fixée à la partie mobile **2,3**. Le système comprend également une tige coudée **22** qui relie la partie mobile **2** et la glissière **23**. La tige coudée **22** comprend une partie d'extrémité **28** dont les bouts sont des axes de rotation respectivement **26** pour l'amortisseur **20**, et **27** pour l'amortisseur **21**, et une partie **30** qui est montée en coulissement dans la chape **29**. L'axe de rotation **26**, qui est placé à l'extrémité de la tige coudée **22**, est en outre monté en coulissement dans la glissière **23**. L'amortisseur **20** est

également monté en rotation, à son autre extrémité, sur un axe **25** fixé dans le fond de la partie centrale **4**. L'amortisseur **21** est monté en rotation sur un axe **24** fixé dans la partie supérieure de la partie centrale **4**. La glissière **23** a une longueur et un angle d'inclinaison tels que l'action de l'amortisseur **20** s'exerce avec le bras de levier maximum et la course de l'axe **26** dans la glissière **23** permet l'achèvement du mouvement.

De préférence, dans chaque amortisseur **20,21**, seule la rentrée de tige subit un amortissement visqueux. L'amortisseur **20** est couplé à un effet ressort en compression (tige sortie au repos). L'amortisseur **21** est soit libre dans le sens de la sortie de tige, soit couplé à un effet ressort en compression.

Lorsque le piano est fermé, comme cela est présenté à la figure 5a, la tige de l'amortisseur **20** est sortie, celle de l'amortisseur **21** est rentrée. Lorsque le piano est ouvert, comme cela est présenté à la figure 5e, la tige de l'amortisseur **20** est rentrée, celle de l'amortisseur **21** est sortie.

Sur les figures 5b et 5c, la partie mobile **2** est partiellement ouverte, l'angle α formé par les parties fixe **4** et mobile **2** est inférieur à 90° , par conséquent si la partie mobile **2** est lâchée par l'utilisateur elle tombe sur la partie fixe **4**. Dans cette configuration, l'amortisseur **20** est en position « dépliée », sa tige est sortie, et l'axe de rotation **26** est à l'extrémité de la glissière **23** la plus éloignée de l'axe **25**, dans une position « haute » et à l'extrémité de la partie centrale **4**, et maintenue dans cette position par l'action de l'amortisseur **20**. C'est l'amortisseur **21** qui fournit l'assistance mécanique (en s'opposant au mouvement au cas où la partie mobile **2** est lâchée par l'utilisateur). La chape pivotante **29** coulisse sur la partie de tige **30** au fur et à mesure de l'ouverture.

Lorsque l'angle α entre la partie mobile **2** et la partie fixe **4** est égal à 90° , les deux amortisseurs **20,21** ont tous deux leur tige sortie. L'articulation **26** est maintenue en butée sur la glissière **23**, en position haute, par l'effet ressort associé à l'amortisseur **20**. La tige **22** retient la partie mobile **2** dont le moment dû au poids est minime.

Sur la figure 5d, l'angle α entre la partie mobile **2** et la partie fixe **4** est supérieur à 90° , par conséquent si la partie mobile **2** est lâchée par l'utilisateur elle tombe à plat, en position d'ouverture complète. Dans cette configuration montrée sur la figure 5e, l'amortisseur **21** est en position de repos, sa tige est sortie. En fonction de l'angle entre la partie mobile **2** et la partie fixe **4**, la tige **22** est déplacée en translation dans la glissière **23**. L'axe de rotation **26** est dans une position dite « haute », et à l'extrémité de la partie centrale **4** lorsque l'angle est de 90° , dans une position dite « basse » lorsque l'angle est de 180° , et dans des positions intermédiaires lorsque l'angle est compris entre 90° et 180° . L'amortisseur **20** a sa tige sortie lorsque l'angle α est de 90° et rentrée lorsque l'angle α est de 180° . C'est l'amortisseur **20** qui fournit l'assistance mécanique (en s'opposant au

- 14 -

mouvement au cas où la partie mobile **2** est lâchée par l'utilisateur). La chape **29** est en butée à l'extrémité de la partie de tige **30**, le mouvement d'ouverture se poursuit grâce au déplacement de l'axe de rotation **26** dans la glissière **23**. L'amortisseur **20** contrôle le mouvement de la tige **22** dans la glissière **23**.

- 5 Les amortisseurs **20,21** peuvent être de tout type connu de l'homme du métier, il est cependant préférable d'utiliser des amortisseurs à gaz car ils permettent le couplage effet ressort et amortissement en un seul composant.

Verrouillage

- 10 La rigidité en position ouverte doit être très bonne car le piano selon l'invention doit pouvoir être utilisé en étant posé sur un trépied. L'alignement des différentes parties du clavier est assuré par des ergots **18** représentés à la figure 1b.

- Le verrouillage peut être assuré par le système d'amortissement **19**, cependant dans certains modes de réalisation, un système de verrouillage supplémentaire en position ouverte (non représenté sur les figures) est prévu. En outre dans d'autres modes de
- 15 réalisation, un système de verrouillage en position fermé (non représenté sur les figures) est également prévu.

Deuxième mode de réalisation

- Les figures 6a et 6b, ainsi que 7a à 7d, illustrent un piano numérique pliant, qui est conforme à un second mode de réalisation de l'invention. Ce second mode diffère du
- 20 premier mode de réalisation ci-dessus, notamment en ce qu'il intègre une charnière différente de celle décrite aux figures 1 à 5, équipant le piano selon le premier mode de réalisation.

- Ce piano comprend, comme le piano 1 ci-dessus, une partie centrale fixe 104 sur laquelle sont articulées deux parties mobiles d'extrémité, dont seule la partie droite 103 est
- 25 montrée sur les figures 6 et suivantes. L'articulation de la partie gauche, non illustrée, est bien évidemment analogue. Ces parties 103 et 104, analogues à celles 3 et 4 du premier mode de réalisation, sont illustrées de façon partielle sur les figures 6 et 7.

- En référence notamment aux figures 6a et 7a, la partie fixe 104 est pourvue d'un caisson 110, en forme de U, ouvert en direction de l'extrémité libre de cette partie 104. Ce caisson
- 30 comprend une âme 111, verticale lorsque le piano repose sur un support horizontal, ainsi que deux ailes horizontales respectivement supérieure 112 et inférieure 113. On note A104 l'axe principal de la partie fixe 104, lequel correspond à l'axe principal du caisson 110. Un rebord de butée 114 s'étend, à partir de l'aile supérieure 112, en direction de l'aile opposée 113. Un plot de butée 115 (voir notamment figure 6b) est par ailleurs prévu
- 35 sur la face supérieure de cette aile 112.

- 15 -

Un voile 116, formant un fond du caisson, s'étend par ailleurs entre les ailes et l'âme précitées. Ce voile est creusé d'une glissière 117, dont la fonction sera décrite plus en détail dans ce qui suit. Cette glissière s'étend de façon oblique, par rapport à l'axe principal A104. A son extrémité libre, opposée à l'âme, ce voile 116 est muni d'une chape 118 et d'une encoche 119, dont les fonctions seront également décrites plus en détail dans ce qui suit.

La partie mobile 103 est pourvue d'un caisson 120, en forme de U, ouvert en direction de l'extrémité libre de cette partie 103. Ce caisson comprend une âme 121, verticale lorsque le piano repose sur un support horizontal, ainsi que deux ailes respectives 122 et 123. On note A103 l'axe principal de la partie mobile 103, lequel correspond à l'axe principal du caisson 120. Un rebord de butée 124, propre à coopérer avec celui 114, s'étend, à partir de l'aile 122, en direction de l'aile opposée 123. Un plot de butée 125 (voir notamment figure 6b), propre à coopérer avec celui 115, est par ailleurs prévu sur la face libre de cette aile 122.

Un voile 126, formant un fond du caisson, s'étend entre les ailes et l'âme précitées. Contrairement au voile fixe 116, le voile mobile 126 est ajouré, à savoir qu'il est creusé d'une échancrure 126'. Cette dernière est ménagée à l'opposé de l'âme 121 ou, en d'autres termes, au voisinage de la zone d'articulation sur la partie centrale fixe.

Ce voile est en outre creusé d'une glissière 127, dont la fonction sera décrite plus en détail dans ce qui suit. Cette glissière s'étend de façon oblique, par rapport à l'axe principal A103. Lorsque les deux parties sont placées côte à côte (voir figure 6b), ces deux glissières sont globalement symétriques par rapport à un plan vertical médian. A son extrémité libre, opposée à l'âme, ce voile 126 est muni d'une chape 128 et d'une encoche 129, dont les fonctions seront également décrites plus en détail dans ce qui suit.

La charnière 130, assurant le pivotement de la partie mobile 103 par rapport à la partie fixe 102, comprend deux biellettes 140 et 150, dont les structures respectives sont globalement identiques. Dans ce mode de réalisation, on utilise de façon préférée une unique charnière au niveau de chaque axe d'articulation d'une partie mobile sur la partie centrale fixe. A titre de variante non représentée, on peut utiliser deux ou plusieurs charnières par axe d'articulation.

La première biellette 140 comporte deux bras 141 et 142, de forme arrondie, s'étendant de part et d'autre d'un tronçon médian 143, permettant l'articulation avec l'autre biellette 150. A son extrémité libre, le premier bras 141 est monté pivotant par rapport à la chape 118, autour d'un axe A141. A son extrémité libre, l'autre bras 142 supporte un pion 145, lequel est monté coulissant dans la glissière 127.

- 16 -

La deuxième biellette 150 comporte deux bras 151 et 152, de forme arrondie, s'étendant de part et d'autre d'un tronçon médian 153. Les deux tronçons 143 et 153 sont reliés par un pion supplémentaire 160, permettant l'articulation mutuelle des deux biellettes autour d'un axe A130. A son extrémité libre, le premier bras 151 est monté pivotant par rapport à
5 la chape 128, autour d'un axe A151. A son extrémité libre, l'autre bras 152 supporte un pion 155, lequel est monté coulissant dans la glissière 117.

La charnière 130, dont les composants ont été décrits ci-dessus, est associée en outre à des moyens d'amortissement, dont la mise en oeuvre sera explicitée dans ce qui suit. Ces moyens d'amortissement sont formés par un vérin 170, monté pivotant sur le voile 116
10 autour d'un axe A170. De façon connue en soi, ce vérin 170 comprend un corps 171 et une tige 172, montée pivotante sur le pion 155 autour d'un axe A172. Cette tige 172 est donc en outre libre de coulisser dans la glissière 117, alors que le corps 171 est solidaire en translation du voile 116. Les différents axes de pivotement A130, A141, A151, A171 et A172 sont sensiblement parallèles les uns aux autres, tout en s'étendant d'avant en
15 arrière du piano.

Dans la position repliée du piano, montrée aux figures 6a et 7a, les axes A103 et A104 sont parallèles mais non confondus à savoir que, par convention, ils forment un angle mutuel de 180°. Les ailes 112 et 122 sont placées l'une au-dessus de l'autre mais, de façon avantageuse, sont mises en contact mutuel par l'intermédiaire des plots de butée
20 115 et 125. Ceci crée un contact sensiblement ponctuel et permet d'éviter un contact surfacique entre ces éléments.

Par ailleurs, les pions 145 et 155 sont placés dans une position intermédiaire le long des glissières 117 et 127. En d'autres termes, ces pions sont disposés à une distance de l'extrémité des glissières, tournée vers les ailes 112 et 122, à peu près égale au quart de
25 la longueur totale de ces glissières. De façon analogue, la tige 172 du vérin est sortie selon une longueur intermédiaire par rapport au corps 171, à savoir que cette longueur ne correspond pas à la course maximale de cette tige.

On va maintenant décrire la cinématique de la charnière, lors du passage du piano depuis sa position repliée vers sa position dépliée.

30 Il s'agit tout d'abord, pour l'utilisateur, de faire pivoter la partie mobile par rapport à la partie fixe, selon la flèche F103 de la figure 7b. Ceci entraîne tout d'abord le pivotement de la biellette 140 autour de la chape 118 selon la flèche F140, lequel s'accompagne d'un déplacement du pion 145 vers une première extrémité 127' de la glissière 127 selon la flèche F145. De manière simultanée, la biellette 150 pivote autour de la chape 128 selon
35 la flèche F150, alors que le pion 155 se déplace vers une première extrémité 117' de la glissière 117 selon la flèche F155. Ce dernier mouvement provoque le déploiement de la

- 17 -

tige 172 du piston selon la flèche F172, combiné au pivotement vers le haut de l'ensemble du vérin selon la flèche F170. Les biellettes 140 et 150 pivotent également l'une par rapport à l'autre, la flèche F130 matérialisant le déplacement de 150 par rapport à 140.

Si on continue à faire pivoter la partie 103 selon la flèche F103, on accède à une position
5 intermédiaire du piano, illustrée à la figure 7c, dans laquelle les axes principaux A103 et A104 forment un angle Aint compris par exemple entre 30° et 75°. Dans cette position, les pions 145 et 155 sont en bout de course, contre la première extrémité 117' et 127' des glissières respectives 117 et 127. De plus, la tige 172 du piston présente une valeur de course maximale.

10 On suppose ensuite que l'on continue à faire tourner la partie 103 selon F103, comme cela est illustré en figure 7d. Le pivotement de la biellette 140 autour de la chape 118, selon la flèche F140, s'accompagne désormais d'un déplacement du pion 145 vers l'extrémité opposée 127'' de la glissière 127, selon la flèche F'145. La biellette 150 continue à pivoter autour de la chape 128 selon la flèche F150, mais le pion 155 se
15 déplace désormais vers l'extrémité opposée 117'' de la glissière 117, selon la flèche F'155. Ce dernier mouvement provoque le repli de la tige 172 du piston selon la flèche F'172, combiné au pivotement vers le bas de l'ensemble du vérin selon la flèche F'170.

Au terme de ce mouvement de pivotement de la partie mobile, comme montré à la figure 6b, le piano est dans une position dépliée. Les parties 103 et 104 sont disposées l'une à
20 côté de l'autre, les axes A103 et A104 étant donc confondus. Dans cette position, les pions 145 et 155 sont en bout de course, contre les extrémités 117'' et 127'' des glissières respectives 117 et 127. De plus, la tige 171 du piston présente une valeur de course minimale, en étant repliée sensiblement intégralement à l'intérieur du corps 171.

Par ailleurs, dans cette position dépliée, la charnière 130 est invisible pour un utilisateur.
25 En effet, les rebords de butée 114 et 124 viennent en appui mutuel, ce qui définit une zone de recouvrement ZR, créant une continuité entre les parties 103 et 104. Cette zone ZR est disposée au-dessus de la charnière, ce qui permet de cacher cette dernière de la vue de l'utilisateur.

Enfin, dans cette position dépliée, les deux extrémités axiales du pion 160 sont reçues
30 dans les encoches 119 et 129. A cet égard, on peut noter que la partie mobile 103 termine sa course en ouverture par un mouvement quasiment en translation, par rapport à la partie fixe 104. Cela autorise un accostage centré de la partie mobile, la coopération du pion avec les encoches 119 et 129 assurant une fonction de centrage. On garantit en outre une parfaite continuité entre les parois 112 et 122.

35 Puis, si on désire désormais déplacer le piano depuis sa position dépliée, illustrée en figure 6b, vers sa position repliée des figures 6a et 7a, on fait pivoter la partie mobile

- 18 -

selon la flèche F'103 (voir figure 6b), à savoir selon le sens opposé de la flèche F103 décrite précédemment. Durant ce mouvement de repli de la partie mobile, les différents éléments mécaniques se déplacent les uns par rapport aux autres, selon des sens de rotation et/ou de translation, qui sont opposés à ceux décrits ci-dessus.

5 Lors des mouvements de fermeture et d'ouverture de la partie mobile, le piston 170 joue avantageusement une fonction d'amortissement. A cet effet, il présente toute structure appropriée, comme par exemple celle d'un ressort à gaz. Par ailleurs, les pions 145 et 155, portés par l'extrémité d'une biellette respective, effectuent des allers-retours au sein d'une glissière correspondante 117 ou 127. Ces mouvements d'allers-retours, ou
10 mouvements de rebroussement, sont matérialisés par les flèches successives F145 puis F'145, ainsi que F155 puis F'155. Par conséquent, un unique organe mécanique peut être utilisé, afin d'assurer l'amortissement de ces mouvements à la fois d'ouverture et de fermeture. Enfin, on notera que les glissières précitées sont rectilignes, de sorte qu'elles sont simples à réaliser, notamment par usinage.

15 Comme cela est visible par exemple sur les figures 6b et 7d, chaque axe d'articulation A141 et A151 est déporté au-delà du plan de joint J, défini par les deux parties 103 et 104 lorsqu'elles sont placées côte à côte. En d'autres termes, chaque axe fait saillie au-delà de ce plan de joint, en direction de la partie opposée. Cela permet de modifier la trajectoire de la partie mobile et ainsi de ramener l'espace entre les faces supérieures du
20 piano à une valeur très faible, par exemple voisine de 2 millimètres, en position fermée.

Par ailleurs, il est avantageux que les biellettes présentent des dimensions relativement importantes. Cela permet en effet de réduire l'intensité des efforts auxquels elles sont soumises, à leurs extrémités. Il est également avantageux que les biellettes travaillent dans des plans superposés bien distincts.

25 Comme cela ressort de ce qui précède, le mouvement global de la partie mobile par rapport à la partie fixe est réalisé en l'absence d'axe de rotation matérialisé. Le pivotement s'effectue autour d'un point situé dans l'espace au-dessus des faces supérieures du piano. Ce centre instantané de rotation, qui n'est pas figé, suit une trajectoire globalement ovoïde.

30 L'invention autorise un ralentissement en fin de course d'ouverture, généré par l'effort résistant dû à la compression du ressort à gaz. A l'inverse, lors du début du mouvement de fermeture, la détente de ce même ressort à gaz fournit un effort moteur, propre à soulager l'utilisateur qui doit soulever la partie mobile. De façon analogue, l'invention autorise également un ralentissement en fin de course de fermeture, généré par l'effort
35 résistant dû à la compression du même ressort à gaz. A l'inverse, lors du début du

- 19 -

mouvement d'ouverture, la détente de ce même ressort à gaz fournit un effort moteur, propre à soulager l'utilisateur qui doit soulever la partie mobile.

- Lors de la cinématique d'ouverture et de fermeture, Il existe une position particulière qui correspond à une sorte de "point mort" où le centre de gravité de la partie mobile passe à la verticale de son centre de rotation. Au-delà de ce point, le poids entraîne la partie mobile en ouverture ou en fermeture, selon le cas. Il n'y a alors plus besoin d'exercer d'effort, afin d'achever le mouvement d'ouverture ou de fermeture.

Matériau du caisson

- Dans un premier mode de réalisation, sensiblement l'intégralité du caisson est réalisé en bois, par exemple en bois lamellé, de manière à optimiser le rapport entre la masse et la résistance mécanique.

Le bois permet en outre un bon rendu acoustique. On peut également utiliser d'autres matériaux, tels que des matériaux plastiques ou des matériaux composites bois – plastique.

- Dans une variante avantageuse de l'invention, non représentée, le caisson est composite. Il possède ainsi une ossature réalisée en un matériau présentant une résistance mécanique relativement élevée, ainsi qu'un habillage rapporté sur cette ossature. A titre d'exemple, l'ossature peut être formée par un ou plusieurs profilé(s) en aluminium, alors que l'habillage peut être constitué par des peaux de bois, notamment de bois lamellé. Chaque profilé peut être pourvu de rails, lesquels permettent la mise en place d'une peau respective, alors que des vis assurent la fixation amovible de cette peau par rapport au profilé. Ce caisson peut être associé à toute charnière appropriée conforme à l'invention, en particulier celles illustrées aux figures précédentes.

Touches

- Les touches du clavier du piano numérique selon l'invention sont de préférence conçues de manière à offrir ce que l'homme du métier appelle un « toucher lourd », c'est-à-dire un toucher proche de celui des touches d'un piano acoustique. Ce toucher lourd peut être obtenu par tout moyen approprié, par exemple par l'incorporation de masselottes d'inertie.

- Les touches blanches peuvent avoir toutes le même poids, ou peuvent avoir un poids différent en fonction de la note représentée ; il en est de même des touches noires qui peuvent avoir chacune le même poids ou un poids différent selon la note représentée. Chaque touche possède au moins un capteur assurant la détection du mouvement des touches, et de préférence plusieurs capteurs.

Partie connectique/logiciel

- 20 -

- Usuellement, un piano numérique est piloté par un moyen électronique ou informatique. Les sons qui sont produits lors de l'actionnement des touches sont le plus souvent obtenus préalablement par « échantillonnage », c'est-à-dire qu'on enregistre les sons d'un piano acoustique, par exemple un piano à queue, et que l'on stocke ces sons dans une
- 5 mémoire pour pouvoir les réutiliser ensuite. Un autre procédé de génération des sons consiste à modéliser les sons de chaque touche. Ce type de procédé nécessite un moyen informatique équipé d'un logiciel spécifique. Quel que soit le procédé utilisé pour la génération du son, l'actionnement de chaque touche du clavier du piano numérique conduit à la génération des sons enregistrés ou modélisés lui correspondant.
- 10 Les deux procédés, ou tout autre procédé de génération de sons, peuvent être utilisés dans le piano numérique pliable selon l'invention.

- De manière préférentielle, le piano numérique pliable selon l'invention est équipé d'un ordinateur intégré dans le caisson, un logiciel de modélisation et de génération de sons étant installé dans cet ordinateur. Un tel système est décrit dans le brevet EP 2 047 455
- 15 B1.

De manière particulièrement avantageuse, le logiciel est le logiciel Pianoteq® de la société Modartt.

REVENDICATIONS

1. Piano numérique pliant (1) comportant
- un caisson (34),
 - une zone dite « avant » dans laquelle est situé un clavier (5),
- 5 - une zone dite « arrière » (6) opposée à la zone avant,
- deux parties d'extrémité mobiles (2,3 ; 103) et une partie centrale fixe (4 ; 104), les parties mobiles externes (2,3 ; 103) étant montées à pivotement avec la partie centrale fixe (4 ; 104), autour d'un axe respectif (7,8), les parties d'extrémité mobiles (2,3 ; 103) étant aptes à être repliées sur la partie centrale fixe (4 ; 104), et le clavier

10 (5) étant partagé entre la partie fixe (4) et les parties mobiles (2,3),

 - au moins une charnière (9, 10 ; 130) montée sur chaque axe (7,8) de pivotement des parties d'extrémité mobiles (2,3) sur la partie centrale fixe (4), ladite ou lesdites charnière(s) (9,10 ; 130) étant apte(s) à permettre une rotation de 180° de chaque partie mobile d'extrémité (2,3) par rapport à la partie fixe centrale (4),

15 ledit piano numérique pliant (1) étant caractérisé en ce que

ladite ou lesdites charnière(s) (9,10 ; 130) est (sont) positionnée(s) dans la zone arrière (6), et ladite ou lesdites charnière(s) (9,10 ; 130) n'est (ne sont) pas visible(s) pour l'utilisateur lorsque le piano est déplié.

20 2. Piano numérique pliant (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie centrale fixe (104) et chaque partie mobile (103) définissent des parois de recouvrement (ZR), lesquelles recouvrent chaque charnière lorsque le piano est déplié, de sorte que ladite ou lesdites charnière(s) (9,10 ; 130) n'est (ne sont) pas visible(s) pour l'utilisateur.

25

3. Piano numérique pliant (1) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les bords extérieurs respectifs (32,33) des parties mobiles (2,3) sont sensiblement au contact l'un de l'autre lorsque le piano est en position complètement fermée.

30 4. Piano numérique pliant (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les parties d'extrémité mobiles (2,3) ont une longueur sensiblement égale à la moitié de la longueur de la partie centrale fixe (4).

- 22 -

5. Piano numérique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins deux charnières (9,10) sont montées sur chaque axe (7,8) de pivotement des parties d'extrémité mobiles (2,3) sur la partie centrale fixe (4), et lesdites charnières situées sur un même axe sont espacées les unes des autres d'une distance telle que le pivotement de la partie mobile (2,3) considérée par rapport à la partie fixe (4) se fait sans déviation par rapport à l'axe (7,8).
6. Piano numérique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que chaque charnière (9,10) comporte :
- une première platine (12), dite « fixe », constituée de deux pièces identiques espacées l'une de l'autre (12a,12b), qui se fixent, par tout moyen approprié, sur la partie centrale fixe (4), chaque pièce de platine (12a,12b) comprenant une lumière en arc de cercle (14a,14b),
 - une seconde platine (11) dite « mobile » qui se fixe, par tout moyen approprié tel qu'un vissage ou un collage, sur une partie d'extrémité (2,3) et comprend une lumière en arc de cercle (15),
 - un coulisseau (13) constituée de deux pièces identiques espacées l'une de l'autre (13a,13b), pourvues respectivement d'éléments (16a,16b) tels que des galets ou des patins aptes à se loger et à glisser respectivement dans la lumière (14a,14b), le coulisseau (13) comportant également des éléments (17) qui le rendent apte à glisser dans la lumière (15).
7. Piano numérique selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce qu'un système d'amortissement (19) du mouvement d'ouverture et du mouvement de fermeture du piano est associé aux axes (7,8).
8. Piano numérique selon la revendication 7, caractérisé en ce que le système d'amortissement (19) comprend :
- une glissière (23) fixée sur la partie fixe (4),
 - une chape pivotante (29) fixée à la partie mobile (2,3).
 - une tige coudée (22) qui relie la partie mobile (2,3) et la glissière (23),
 - un premier amortisseur (20),

- 23 -

- un second amortisseur (21),
- la tige coudée (22) comprenant une première partie d'extrémité de tige (28), dont les extrémités sont des axes de rotation respectivement (26) pour le premier amortisseur (20), et (27) pour le second amortisseur (21), et une seconde partie d'extrémité de tige (30) qui est montée en coulissement dans la chape (29),
- l'extrémité de la tige (22) qui est l'axe de rotation (26) du premier amortisseur (20) étant en outre monté en coulissement dans la glissière (23),
- le premier amortisseur (20) étant également monté en rotation, à son autre extrémité, sur un axe (25) fixé dans le fond de la partie centrale (4),
- et le second amortisseur (21) étant également monté en rotation à son autre extrémité sur un axe (24) fixé dans la partie supérieure de la partie centrale (4).

9. Piano numérique selon la revendication 8, caractérisé en ce que les amortisseurs (20,21) sont des amortisseurs à gaz.

15

10. Piano numérique selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que chaque charnière (130) comporte :

- une première biellette (140), dont un premier bras, ou bras pivotant (141), est monté pivotant sur la partie centrale fixe (104), et dont l'autre bras, ou bras coulissant (142), est monté coulissant dans une glissière (127) ménagée dans la partie mobile (103)
- une deuxième biellette (150), dont un premier bras, ou bras pivotant (151) est monté pivotant sur la partie mobile (103), et dont l'autre bras, ou bras coulissant (152) est monté coulissant dans une glissière (117) ménagée dans la partie centrale fixe (104)
- les première et deuxième biellettes étant articulées l'une à l'autre en une zone intermédiaire respective (143, 153), située entre les premier et deuxième bras.

20

25

11. Piano numérique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que

- chaque bras coulissant (142, 152) vient sensiblement en butée contre une première extrémité (117'', 127'') d'une glissière respective (117, 127) lorsque la partie fixe et la partie mobile sont placées côte à côte,

30

- 24 -

- chaque bras coulissant (142, 152) vient sensiblement en butée contre l'extrémité opposée (117', 127') de cette glissière, lorsque la partie fixe et la partie mobile définissent une configuration intermédiaire de pivotement ; et
 - chaque bras coulissant est placé en un point intermédiaire d'une glissière respective
- 5 lorsque la partie fixe et la partie mobile sont placées l'une au-dessus de l'autre.

12. Piano numérique selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que le bras (152) monté coulissant dans la glissière (117) de la partie fixe (104) est associé à des moyens d'amortissement (170), permettant d'amortir le mouvement relatif des deux

10 parties (103, 104), dans les deux sens opposés de pivotement de la partie mobile (103).

13. Piano numérique selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les moyens d'amortissement comprennent un vérin unique (170), dont le corps (171) (ou la tige)

15 est articulé sur la partie fixe (104), et dont la tige (172) (ou le corps) est articulée sur le bras (152) monté coulissant dans la glissière (117) de la partie fixe (104).

14. Piano numérique selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que l'axe d'articulation (A141, A151) de chaque bras pivotant (141, 151), sur la partie

20 respectivement fixe ou mobile, fait saillie en direction de l'autre partie, respectivement mobile ou fixe, au-delà du plan de joint (J) entre ces deux parties.

15. Piano numérique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le clavier (5) comporte quatre vingt huit touches.

25

16. Piano numérique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les touches du clavier (5) ont un « toucher lourd ».

17. Piano numérique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il

30 est pourvu d'un système de verrouillage en position ouverte.

- 25 -

18. Piano numérique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est pourvu d'un système de verrouillage en position fermée.

5 19. Piano numérique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le caisson (34) est constitué de bois.

10 20. Piano numérique selon l'une des revendications 1 à 18, caractérisé en ce que le caisson comprend une ossature réalisée en un matériau présentant une résistance mécanique plus élevée que celle du bois, notamment en aluminium, ainsi qu'un habillage comportant du bois, rapporté sur au moins une partie de la face extérieure de cet habillage.

1 / 12

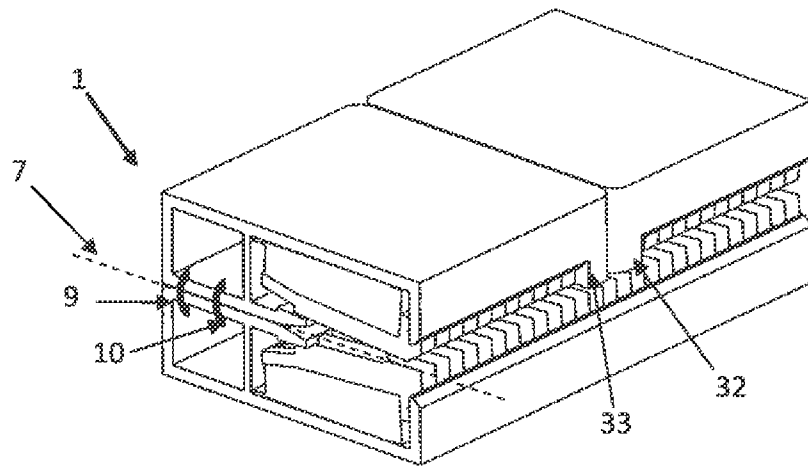


Fig. 1a

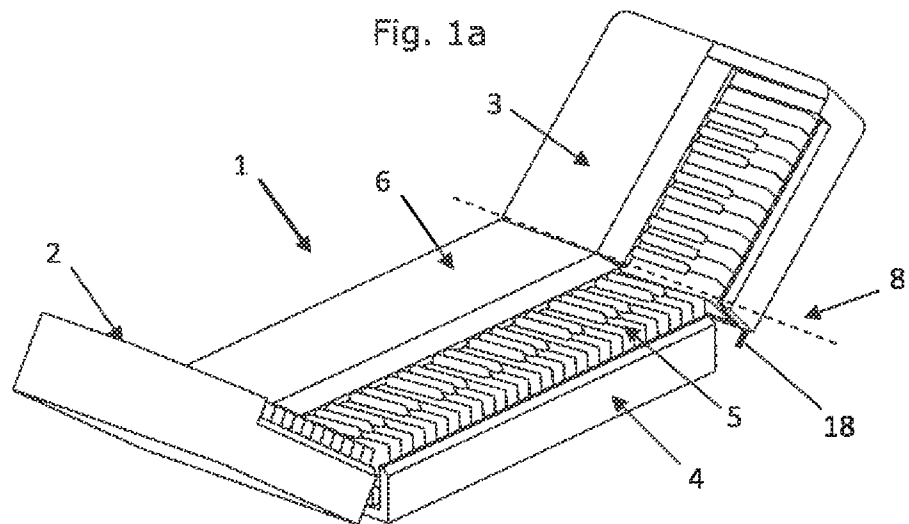


Fig. 1b

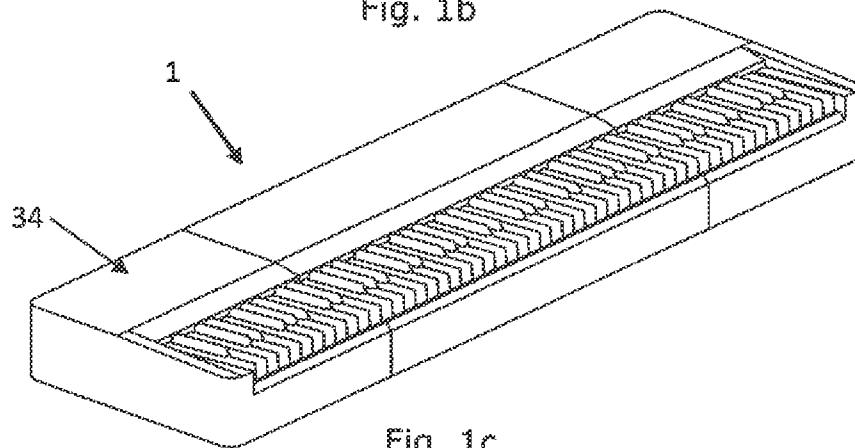


Fig. 1c

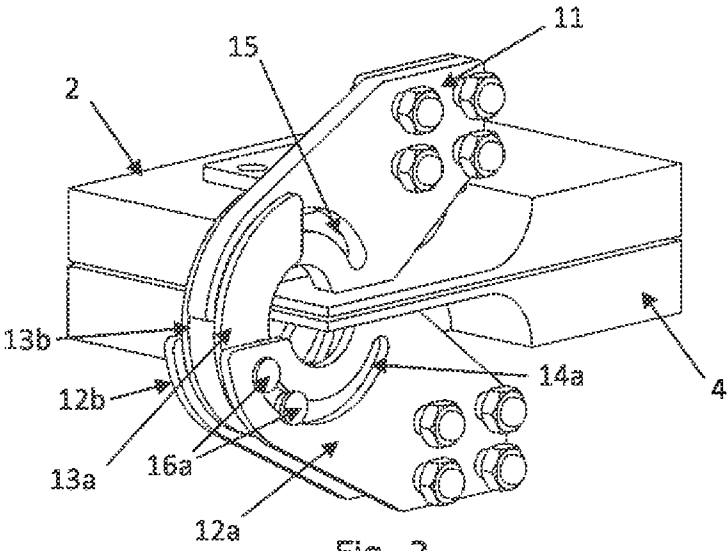


Fig. 2

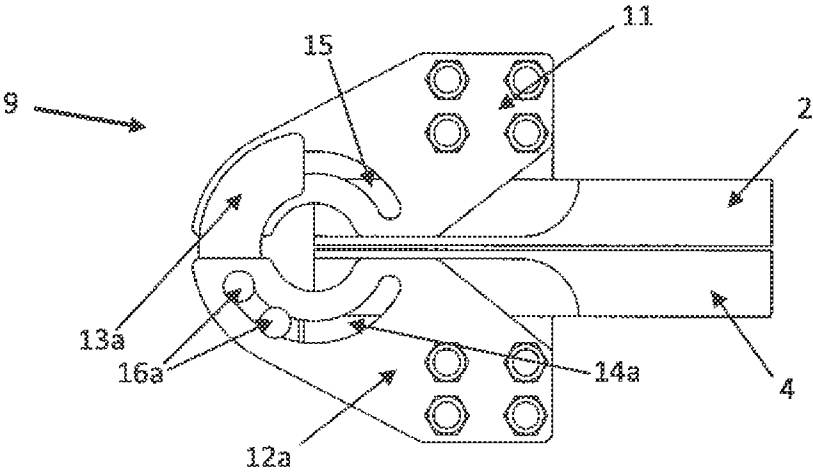


Fig. 3a

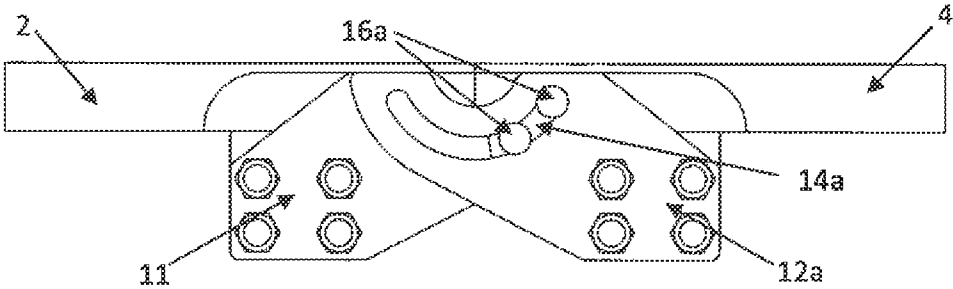


Fig. 3b

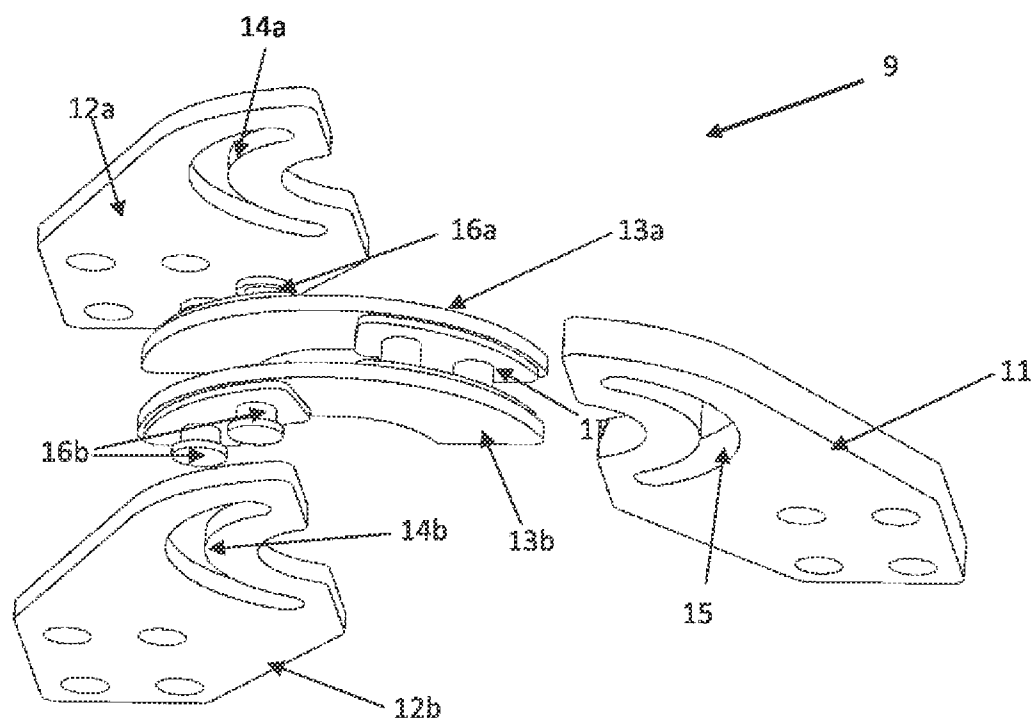


Fig. 3c

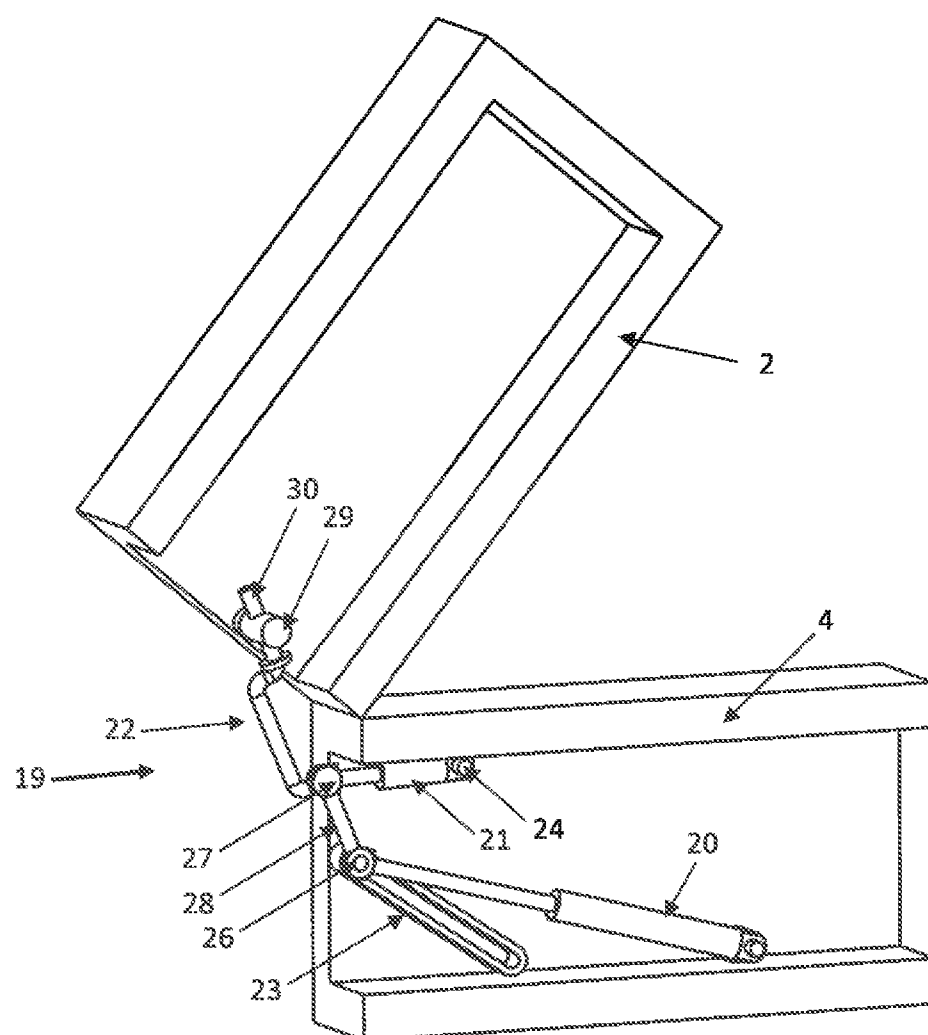


Fig. 4

5 / 12

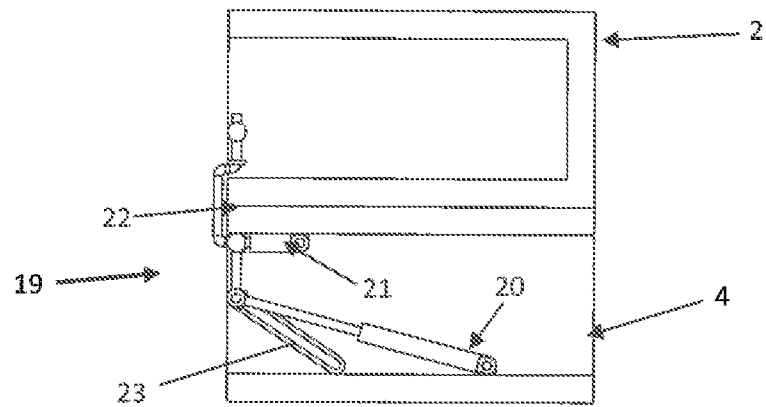


Fig. 5a

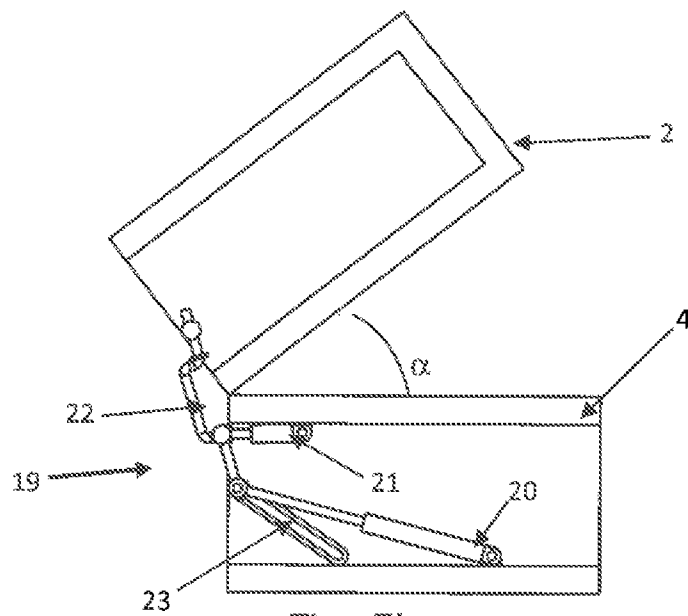


Fig. 5b

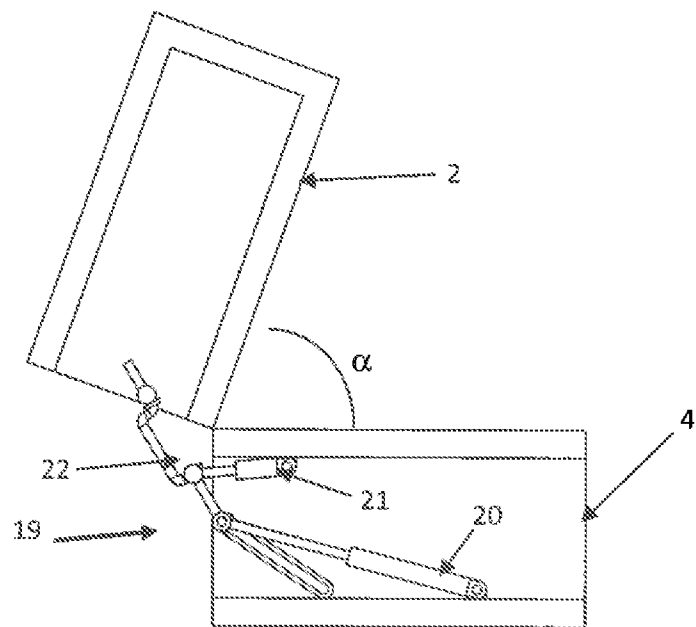
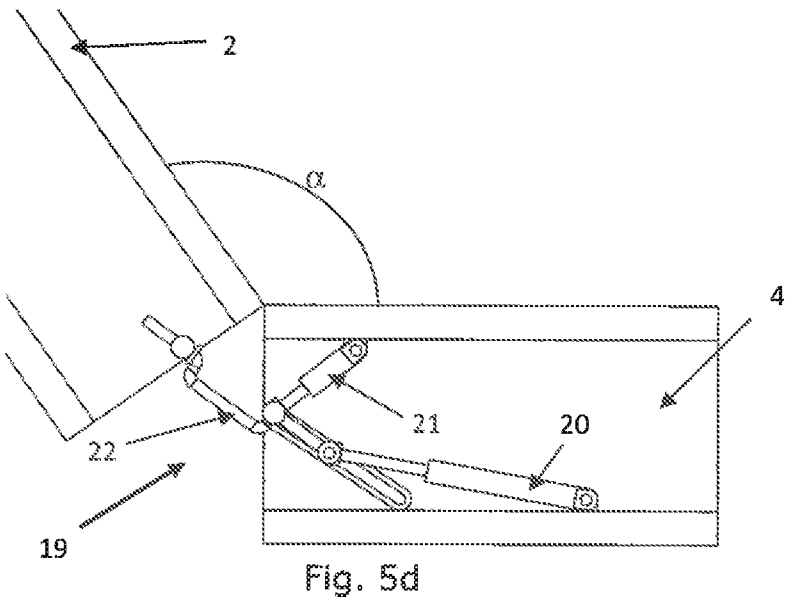
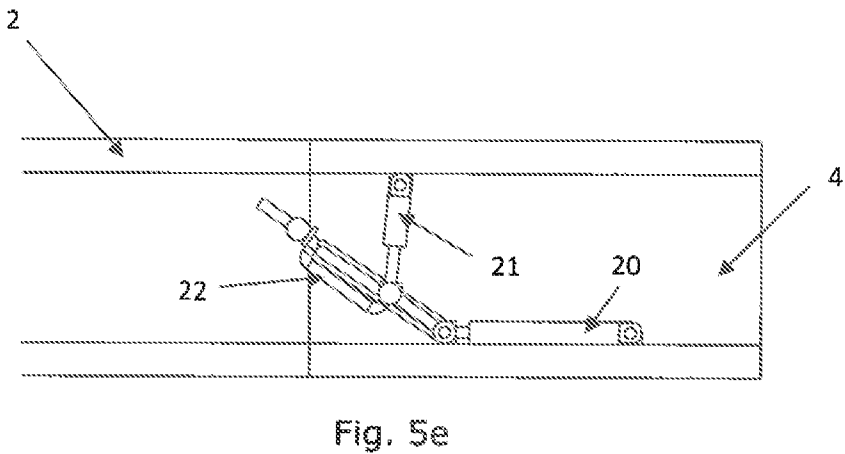
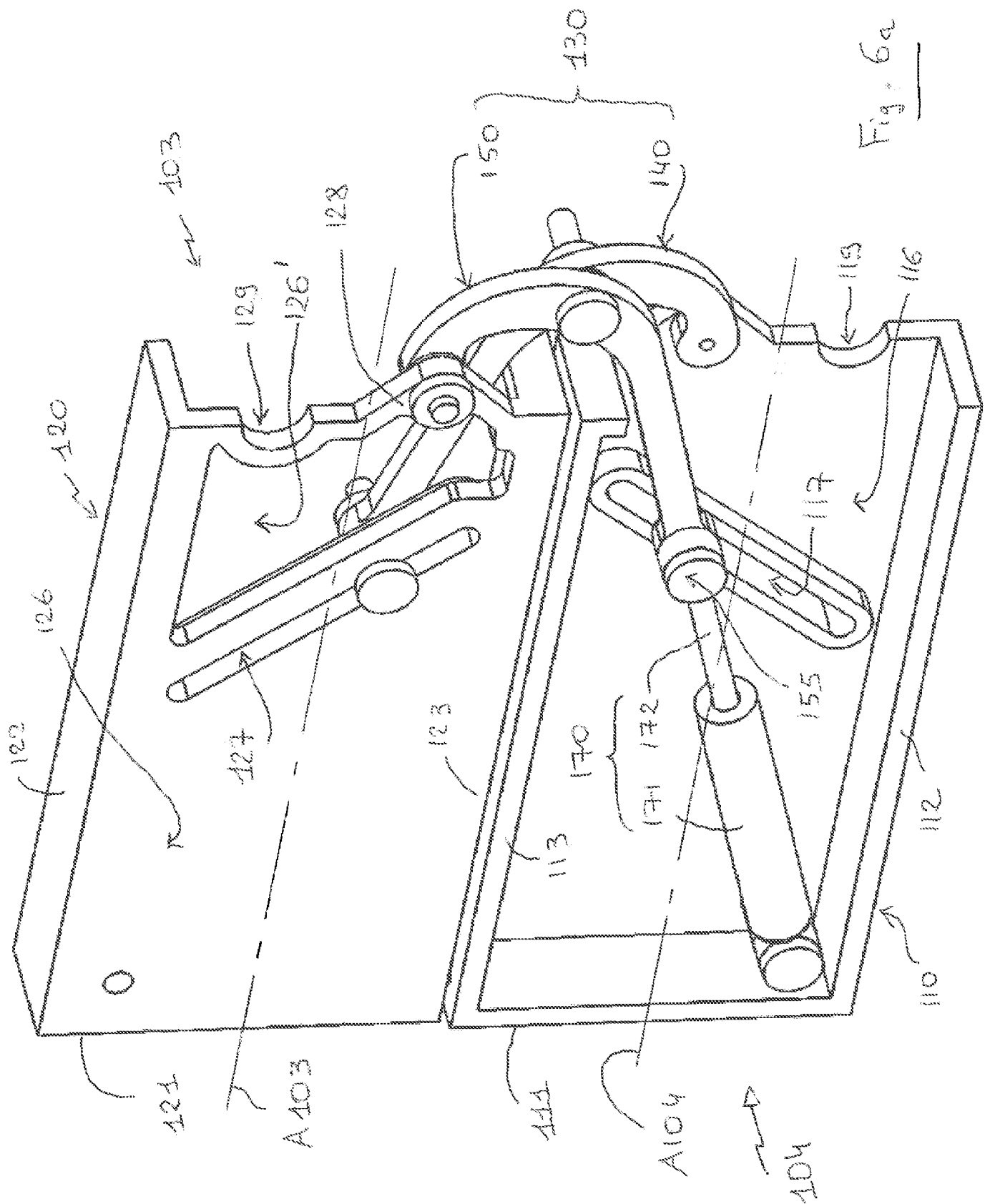
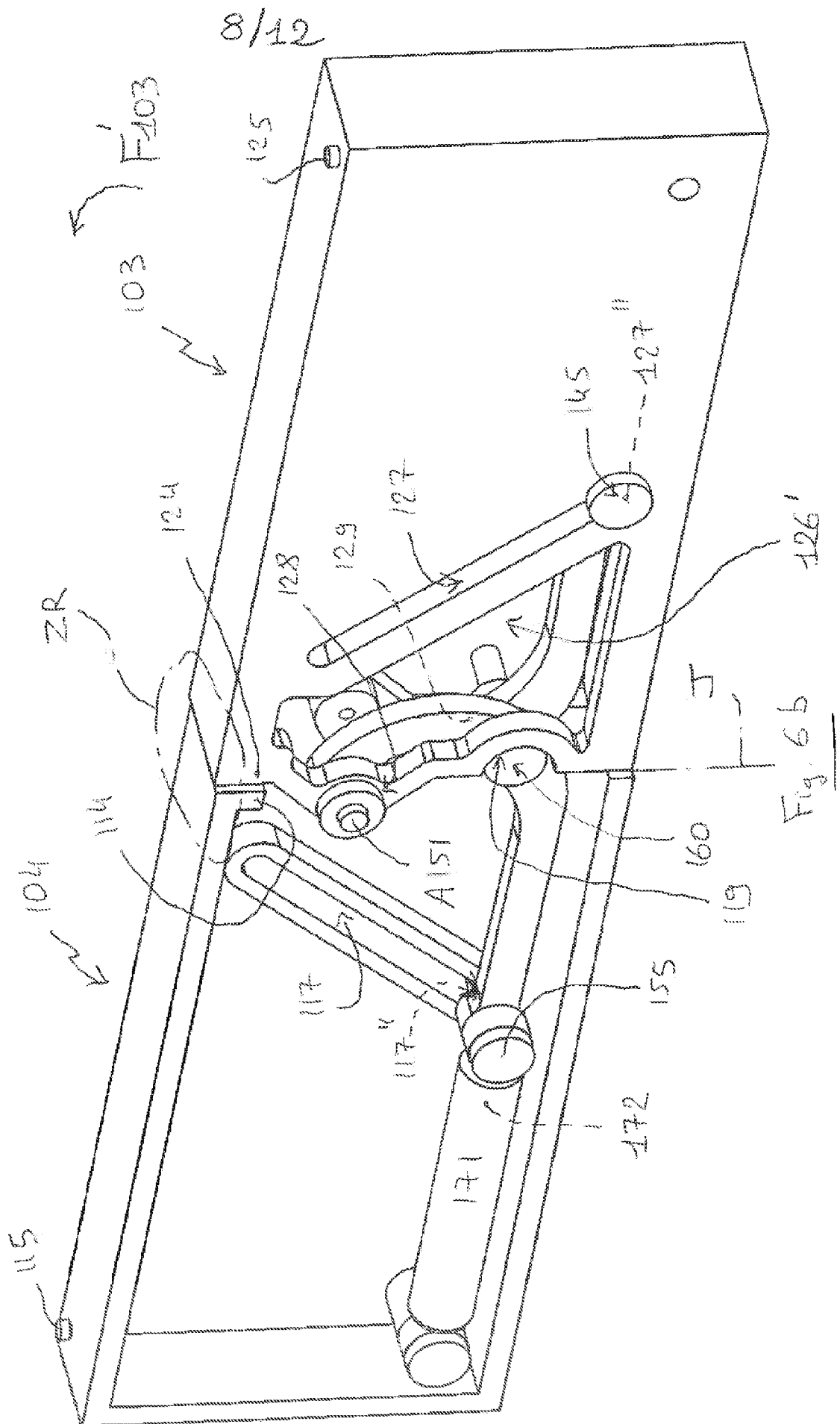


Fig. 5c

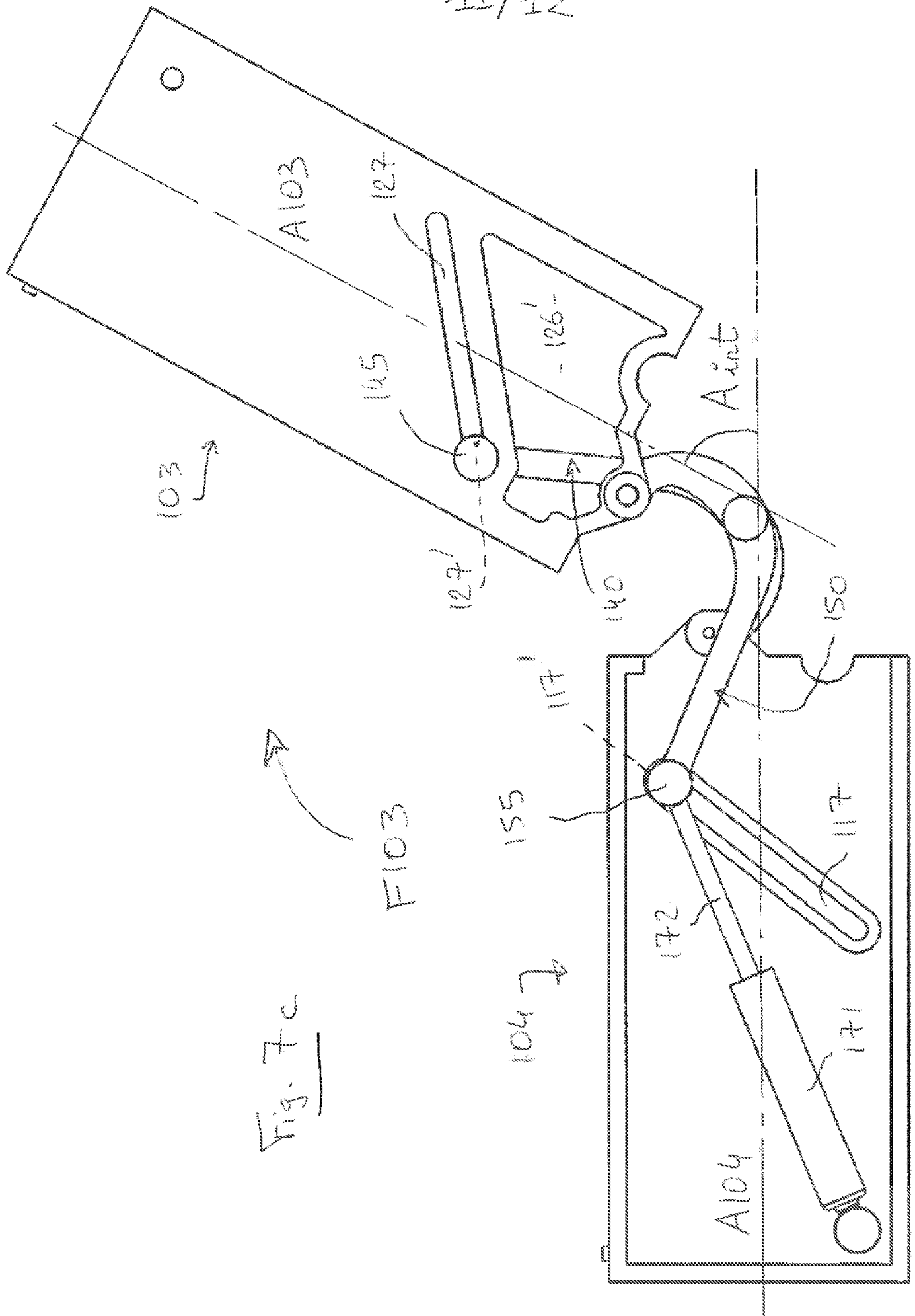


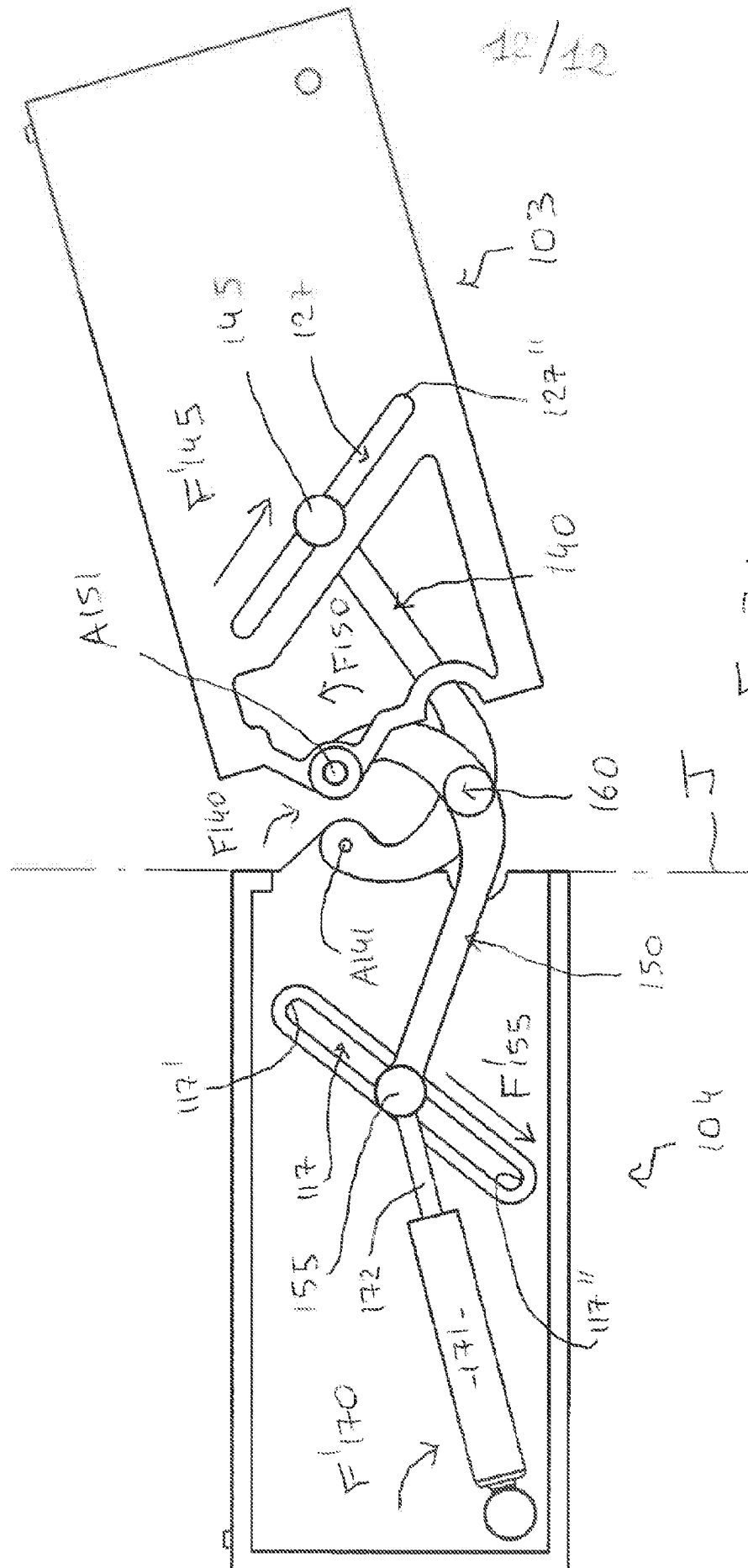
7/12





11/12





157