(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 937 381 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
10.11.2010 Bulletin 2010/45

(21) Numéro de dépôt: **06808262.7**

(22) Date de dépôt: **29.08.2006**

(51) Int Cl.:
A63G 31/00 *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2006/050822

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2007/026100 (08.03.2007 Gazette 2007/10)

(54) **SIMULATEUR DE CHUTES LIBRES APTE A PRESENTER UN ENVIRONNEMENT VISUEL SIMULE**

SIMULATOR FÜR DEN FREIEN FALL, DER EINE SIMULIERTE VISUELLE UMGEBUNG ANZEIGEN KANN

FREE FALL SIMULATOR WHICH CAN DISPLAY A SIMULATED VISUAL ENVIRONMENT

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorité: **30.08.2005 FR 0552606**

(43) Date de publication de la demande:
02.07.2008 Bulletin 2008/27

(73) Titulaires:
- **GIL, Nicolas**
  31400 Toulouse (FR)
- **BASONE, Olivier**
  31120 Rocques/Garonne (FR)

(72) Inventeurs:
- **GIL, Nicolas**
  31400 Toulouse (FR)
- **BASONE, Olivier**
  31120 Rocques/Garonne (FR)

(74) Mandataire: **Maupilier, Didier et al**
Schmit Chretien SNC
111 Cours du Médoc
CS 400009
33070 Bordeaux Cedex (FR)

(56) Documents cités:
WO-A-00/59595 **WO-A-83/01380**
GB-A- 2 016 070 **US-A- 5 593 352**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 937 381 B1

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif de simulation de chute libre telle qu'elle est pratiquée par les parachutistes au moyen d'une soufflerie verticale, c'est à dire des moyens destinés à maintenir sensiblement stationnaire au moins une personne en position de chute libre dans un écoulement d'air vertical ascendant. Plus particulièrement l'invention concerne un simulateur de chute libre comportant des moyens de représentation d'un environnement visuel extérieur simulé pendant la chute libre simulée.

[0002] L'entraînement des parachutistes à la chute libre pour apprendre et améliorer les mouvements et attitudes devant être réalisés pendant la phase de chute libre a révélé de longue date le besoin de moyens économiques et sûrs, indépendant des conditions météorologiques nécessaires aux largages à partir d'un avion, pour permettre l'apprentissage et l'entraînement en toutes saisons.

[0003] Des moyens relativement simples dans lesquels le parachutiste est accroché au niveau du corps et des membres au dessus du sol au moyen de suspentes élastiques ont été réalisés. Ces suspentes élastiques permettent de placer les parachutistes dans certaines conditions caractéristiques de la chute en assurant la séparation du sol dans une attitude proche de celle de la chute libre et en conservant la possibilité de réaliser des mouvements notamment sous la conduite ou le contrôle d'un instructeur.

[0004] De tels moyens, s'ils sont économiques, sont toutefois très loin d'être représentatifs de la réalité des phénomènes physiques rencontrés au cours de la chute libre et ne permettent pas au parachutiste de ressentir les effets de la chute ni ne lui permettent de s'entraîner correctement au contrôle de sa position pendant la chute.

[0005] Les souffleries verticales utilisées dans les centres de recherches en aérodynamique ont inspiré les réalisateurs de simulateurs de chute libre. Malgré leurs coûts relativement élevés, ces souffleries verticales permettent, lorsque leur puissance est suffisante, d'assurer la position stationnaire d'un parachutiste en condition de chute libre dans une veine d'écoulement aérodynamique vertical dans laquelle l'air s'écoule du bas vers le haut de la veine et avec des vitesses compatibles au maintien du parachutiste en position verticale stable, typiquement de 40 m/s à 70 m/s.

[0006] Différentes souffleries verticales de ce type pour simulateur de chute ont été conçues dont les caractéristiques sont variables en fonction des objectifs de leurs concepteurs. Ainsi certaines souffleries sont d'un diamètre et d'une puissance suffisants pour autoriser la simulation de chute de deux ou trois parachutistes simultanément en vue de l'entraînement aux figures réalisées lors des concours de sauts.

[0007] Ont trouve des exemples de tels simulateurs de chutes libres dans les brevets US 3484953 ou GB 2094162. Ces deux brevets présentent des simulateurs de chutes libres réalisés suivant le modèle des souffleries à veines aérodynamiques fermées dans lesquelles l'air, accéléré dans la veine de la soufflerie où évoluent le ou les parachutistes, suit un trajet fermé entre la sortie de ladite veine et son introduction dans la même veine après être passé dans la ou les hélices qui génèrent l'écoulement aérodynamique. Dans ces réalisations, les infrastructures des souffleries sont par exemple réalisées en béton et fixes en raison de leurs dimensions et de leurs masses.

[0008] Pour équiper à des coûts inférieurs les centres de parachutisme et également pour réaliser des simulateurs de chutes libres destinés à la découverte des sensations de la chute libre par le public dans les foires et autres lieux d'animation, des simulateurs de chutes libres de construction plus légère et ou transportables ont été imaginés.

[0009] Des exemples de telles réalisations sont donnés dans le brevet GB 2062557, qui met en oeuvre une architecture de soufflerie à veine aérodynamique fermée comme dans les exemples cités précédemment, ou dans la demande de brevet WO 83/01380 qui fonctionne en veine aérodynamique ouverte, c'est à dire dans laquelle l'air entrant dans la veine est prélevé dans la masse d'air ambiant et est rejeté à la sortie de la veine dans l'air ambiant à la partie supérieure du simulateur.

[0010] Tous ces simulateurs présentent des moyens plus ou moins élaborés pour accéder à la veine d'essai mais, en dehors de filets de protection ou de capitonnage des parois de la veine aérodynamique dans laquelle évoluent les parachutistes à l'entraînement, ils n'assurent pas intrinsèquement la sécurité des personnes réalisant un saut simulé.

[0011] Dans la demande WO 83/01380 déjà citée, les parois de la veine aérodynamique sont réalisées dans un matériau souple tel qu'un tissu ou une feuille d'un matériau transparent, mais des structures rigides sont disposées à proximité des parois souples de la veine aérodynamique auxquelles ces parois sont reliées par des voiles. Cette disposition de la veine aérodynamique et de son maintien ne permet pas de garantir que la personne évoluant en état de chute libre ne heurtera pas une structure rigide en cas de choc contre la paroi de la veine aérodynamique souple, et encore moins en cas de défaillance de la paroi souple, par exemple une déchirure.

[0012] Malgré les protections personnelles qui sont utilisées, notamment les casques et les combinaisons spéciales, les incidents et les accidents ne sont pas exceptionnels lors de l'utilisation de tous ces types de simulateurs de chute, même par des personnes qui pratiquent régulièrement la chute libre.

[0013] Pour améliorer encore le réalisme de la simulation, des moyens de représentation visuelle de l'environnement lors du saut ont été proposés pour être associés à certaines de ces souffleries verticales utilisées comme simulateurs de chutes libres. Le brevet US 5655909 propose de simuler l'environnement visuel du

parachutiste au moyen d'écrans sur au moins une partie de la veine aérodynamique dans laquelle le parachutiste évolue lorsqu'il exécute un saut simulé. La solution proposée consiste à remplacer une partie de la paroi de la veine par un dispositif de présentation d'images avec de multiples écrans, dispositif parfois connus sous le nom de mur d'images. Ce type de dispositif permet de générer des images sur de relativement grandes surfaces mais présente les inconvénients de présenter une image avec des lignes formant un quadrillage correspondant aux bords des écrans, d'être très lourds et volumineux donc d'une installation difficile et également de placer sur la paroi de la veine aérodynamique des structures rigides, notamment les écrans et leurs indispensables supports. Les conséquences, si la personne évoluant dans la veine aérodynamique heurte la paroi de ladite veine, sont dans ce cas aggravées par le fait que le système de représentation visuelle de l'environnement rend quasiment impossible le capitonnage des parois de la veine.

[0014] La solution proposée par la demande de brevet WO 00/59595 cherche à apporter une solution à la fois au problème de la sécurité des personnes et de la représentation visuelle de l'environnement avec dans ce cas un simulateur de chute libre à veine fermée.

[0015] La partie utilisable par les personnes en chute libre simulée consiste en un canal vertical de section sensiblement cylindrique sous lequel est placé un ensemble d'hélices générant le flux d'air accéléré vers le haut, le tout étant maintenu dans un bâtiment fermé réalisé en béton ou en métal et qui permet le retour de l'air vers le bas du canal vertical.

[0016] Le canal vertical est constitué d'un mur extérieur rigide en matériau translucide et d'une paroi intérieure réalisée dans un matériau élastique souple et transparent fixé aux extrémités du mur extérieur rigide pour maintenir un espace d'environ 10 cm entre la paroi souple et le mur extérieur.

[0017] Des moyens de projection assurent la projection d'images sur le mur extérieur translucide et les images peuvent être vues par des personnes évoluant dans le volume défini par la paroi intérieure élastique transparente.

[0018] Un premier inconvénient d'un tel simulateur réside dans la complexité du canal vertical.

[0019] D'une part le canal vertical est formé de deux éléments principaux ce qui en augmente la complexité et le coût.

[0020] D'autre part, compte tenu de leurs dimensions nécessaires et de leurs caractéristiques tant mécaniques que optiques les matériaux du mur extérieur et de la paroi intérieure son potentiellement difficiles à trouver et certainement coûteux.

[0021] Un autre inconvénient est lié à la proximité de la paroi intérieure par rapport au mur extérieur rigide qui ne permettrait pas d'éviter qu'une personne heurtant la paroi intérieure élastique avec une certaine force ne heurte également le mur rigide sinon au prix d'une tension extrême de la paroi intérieure qui en réduirait d'autant les aptitudes à se déformer et le rendrait vulnérable à toute amorce de déchirure et, en tout état de cause, ne permettrait pas en cas de déchirement de la paroi intérieure d'éviter un choc contre le mur rigide.

[0022] La présente invention propose un simulateur de saut à la fois aisé à installer et à mettre en oeuvre, qui offre un maximum de sécurité pour les utilisateurs et dont l'architecture lui permet de disposer d'une représentation visuelle de l'environnement sur 360 degrés pendant la chute libre simulée.

[0023] Plus particulièrement, le simulateur de chute libre suivant l'invention comporte des moyens aérogénérateurs de puissance pour générer un flux d'air d'une vitesse compatible avec le maintien dans un état de chute libre d'au moins une personne dans une veine aérodynamique d'axe sensiblement vertical constituée d'un film en matériau souple, résistant et non élastique, tel qu'une toile ayant la forme d'un tube uniquement fixé à deux cadres positionnés aux extrémités du tube, le film en matériau souple constituant la veine étant tendu dans le sens longitudinal du tube par le seul moyen d'une superstructure de maintien auquel les cadres sont fixés.

[0024] De préférence la paroi de la veine aérodynamique est réalisée en un seul panneau développable du film souple refermé sur lui-même au moyen d'une ligne de fixations pour constituer le tube de la veine aérodynamique.

[0025] Avantageusement ladite superstructure est de dimensions telles que la paroi souple de la veine aérodynamique est suffisamment éloignée de tout élément rigide de la superstructure pour que la personne en état de chute simulée ne puisse pas heurter une structure rigide en cas de perte de contrôle de sa position dans la veine aérodynamique.

[0026] Dans un mode particulier de réalisation de l'invention les moyens aérogénérateurs comportent au moins un moteur situé de préférence dans une chambre, au moins une hélice et un redresseur-diffuseur.

[0027] Avantageusement le redresseur-diffuseur est situé à la partie supérieure de la chambre contenant le au moins un moteur et la superstructure maintien la veine aérodynamique verticalement au dessus et sensiblement dans l'axe du redresseur-diffuseur.

[0028] Dans un mode particulier de réalisation de l'invention, l'air devant être accéléré dans la veine aérodynamique pénètre dans une chambre comportant le au moins un moteur par au moins une ouverture réalisée dans une paroi de la chambre.

[0029] Pour des commodités de transport et de simplification des opérations de montage et ou de démontage du simulateur, les moyens aérogénérateurs de puissance sont avantageusement installés de façon fixe dans tout ou partie d'un conteneur de transport.

[0030] Dans une forme particulière de l'invention, le film en matériau souple constituant la paroi de la veine aérodynamique est translucide et permet, en servant d'écran, la projection par l'extérieure de la veine d'images visibles depuis l'intérieure de la veine. Avantageusement

des images pouvant simuler l'effet visuel de la chute libre sont projetées par au moins un projecteur situé à l'extérieur de la veine ou par plusieurs projecteur permettant de couvrir un champ visuel de 360 degrés dans un plan horizontal. Les projecteurs sont avantageusement fixés à la superstructure de maintien de la veine aérodynamique.

[0031] Dans un mode particulier de mise en oeuvre du simulateur, les images projetées incorporent en temps réel l'image d'au moins une personne filmée en état de chute libre dans un autre simulateur de chute libre.

[0032] Dans un mode particulier de réalisation, la veine aérodynamique et d'autres éléments du simulateur de chute libre sont protégés des intempéries, et éventuellement de la lumière excessive au regard de la pénombre nécessaire à un bon contraste des images projetées, par des moyens de couverture tels qu'une bâche et ou des panneaux, lesquels moyens prennent avantageusement appui sur la superstructure de maintien de veine aérodynamique tout en maintenant les conditions d'ouvertures ou d'étanchéité à l'air nécessaires au fonctionnement aérodynamique correct du simulateur.

[0033] Des moyens de contrôle et de commande sont prévus pour surveiller le fonctionnement du simulateur de chute libre et les évolutions de la personne en état de chute libre ainsi que pour agir sur le fonctionnement du simulateur.

[0034] Une description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention est décrite en référence aux figures qui correspondent :

- figures 1 : vue générale d'un mode de réalisation d'un simulateur suivant l'invention et de ses principales parties constitutives ;
- figure 2 : vue des moyens aérogénérateurs de puissance et écorché de la chambre comportant un moteur ;
- figure 3 : vue en perspective d'une veine aérodynamique suivant l'invention et des moyens de projection d'images sur la paroi de la veine aérodynamique ;
- figure 4 : vue d'une superstructure de maintien de la veine aérodynamique et des moyens de protection extérieure ;
- figure 5 : illustration des moyens associés au simulateur de chute libre. Le détail a) présente un exemple de moyen de contrôle et de surveillance du simulateur.

[0035] Le simulateur de chute libre suivant l'invention comporte des moyens aérogénérateurs de puissance 1 apte à assurer l'accélération de l'air dans une veine aérodynamique, une veine aérodynamique 2 de dimensions adaptées aux évolutions d'au moins une personne 6 dans une situation de chute libre, des moyens 3 pour générer des images réelles ou simulées d'un environnement visuel extérieur pour la personne évoluant dans la veine aérodynamique, des moyens 4 de pilotage et de contrôle de la soufflerie et des moyens de génération d'images, une superstructure 5 apte à maintenir ces différents moyens et d'éventuels moyens accessoires ainsi qu'à supporter des moyens de protection vis à vis de l'environnement extérieur.

[0036] Ces différents moyens sont assemblés en vue d'une installation fixe du simulateur de chute libre, où sont conçus pour un montage et un démontage simplifié en vue de réaliser une installation itinérante.

[0037] Dans ce dernier cas, ces moyens et ladite superstructure sont réalisés pour assurer la transportabilité de l'ensemble du simulateur par exemple dans un ou plusieurs conteneurs dont les dimensions sont compatibles avec les moyens traditionnels de transport par routes, par rails, par mer ou par air.

[0038] L'exemple de description détaillée donné d'un simulateur de chute libre suivant l'invention correspond essentiellement au cas d'un simulateur de chute libre ayant la capacité d'être transporté aisément pour une livraison et une mise en service .simplifiées ou pour une utilisation itinérante en vue de faire découvrir la chute libre au plus grand nombre de personnes dans les clubs de parachutisme ou dans les manifestations publiques.

[0039] Les moyens aérogénérateurs de puissance 1 comportent au moins un moteur 10 dont la puissance est calculée en fonction de la section moyenne 23 de la veine aérodynamique 2 et de la vitesse recherchée de l'écoulement vertical de l'air dans la veine. Ce moteur ou ces moteurs 10 qui sont électriques ou thermiques, entraînent, le cas échéant par l'intermédiaire de réducteurs et ou de renvois d'angle, non représentés, une ou plusieurs hélices 11 dont les caractéristiques sont aussi établies à partir des caractéristiques de la veine aérodynamique 2 et des caractéristiques de l'écoulement aérodynamique recherché. La détermination de la puissance totale nécessaire et des caractéristiques détaillées de la ou des hélices relève des moyens connus pour le calcul des souffleries aérodynamiques. Pour une plus grande autonomie du simulateur de chute libre, on utilise de préférence un ou des moteurs thermiques, par exemple des moteurs de type Diesel, aptes à fournir des puissances de l'ordre de 1000 KW qui sont nécessaires pour entraîner la ou les hélices 11 de la soufflerie d'un simulateur suivant l'invention. Le nombre d'hélices 11 et de moteurs 10 est retenu en fonction de la section moyenne 23 de la veine aérodynamique 2 et de la puissance des moteurs disponibles. Des critères économiques peuvent également conduire à sélectionner des moteurs moins puissants en plus grand nombre par exemple.

[0040] Le ou les moteurs 10 des moyens aérogénérateurs de puissance sont installés dans une chambre 12, laquelle chambre 12 est conçue pour recevoir à sa partie supérieure 13 la veine aérodynamique 2. La ou les hélices 11 sont montées avec leurs axes de rotation 14 sensiblement verticaux afin de générer un flux d'air 15 orienté vers le haut. Avantageusement l'air 15 ainsi accéléré est prélevé dans la chambre 12 ou sont situés le ou les moteurs 10 ce qui améliore le refroidissement de l'ensemble

des moteurs 10 et des éventuels réducteurs.

[0041] Au moins une ouverture 17 est prévue dans la paroi de la chambre 12 pour permettre l'arrivée de l'air 18 indispensable au fonctionnement de la veine aérodynamique 2. Dans le cas de l'utilisation d'un ou de plusieurs moteurs thermiques, un ou des réservoirs 70 de carburant sont prévus pour assurer l'autonomie souhaitée à la soufflerie. Ces réservoirs 70 et les tuyaux d'arrivée et de retour du carburant sont réalisés conformément aux règles de l'art et aux normes de sécurité en vigueur. Par exemple, si le simulateur est itinérant, la réserve de carburant est fractionnée en plusieurs réservoirs 70 pour ne pas dépasser un volume de 500 litres par réservoir, maximum admis par certaines normes pour des installations mobiles, et le ou les réservoirs 70 sont de préférence isolés du ou des moteurs 10 pour limiter les risques en cas de début d'incendie. En particulier des moyens de sécurité incendie et de protection contre le feu (non représentés sur les figures) sont installés autant que de besoins dans la chambre 12 du ou des moteurs.

[0042] Au dessus de la ou des hélices 11 se trouve un redresseur-diffuseur 19. Ce redresseur-diffuseur 19 est destiné à stabiliser l'écoulement aérodynamique 15 accéléré par la ou les hélices 11 qui est particulièrement turbulent après son passage à travers la ou les hélices. De façon classique ce redresseur-diffuseur 19 est réalisé avec une grille constituée de parois minces d'une hauteur suffisante pour que l'écoulement soit stabilisé lors de sa traversée.

[0043] Pour faciliter le transport, la chambre 1 contenant le ou les moteurs 10, la ou les hélices 11, éventuellement le redresseur-diffuseur 19 et éventuellement des réservoirs de carburant 70 dans le cas de l'utilisation de moteurs thermiques sont avantageusement installés dans un ou plusieurs conteneurs au gabarit des transports routiers, ferroviaires, maritimes ou aériens. De préférence, ce ou ces conteneurs sont aptes à recevoir des éléments d'autres parties du simulateur, après leurs démontages, pour faciliter le transport du simulateur de chute.

[0044] Dans un conteneur de dimensions traditionnelles soit environ 3 mètres de largeur, 12 mètres de longueur et 2,6 mètres de hauteur, il est ainsi possible de réaliser une chambre 1 d'une longueur de 4 mètres environ et de la largeur du conteneur, suffisante pour contenir le ou les moteurs 10, la ou les hélices 11 et le redresseur-diffuseur 19. L'espace restant soit environ 8 mètres sur la longueur du conteneur permet l'installation ou le stockage pendant le transport d'autres moyens associés au simulateur.

[0045] Au dessus de la ou des hélices 11 et de ce redresseur-diffuseur 19, dans le prolongement de ceux-ci, est installée la veine aérodynamique 2 d'axe 20 vertical dans laquelle évoluent la ou les personnes 6 en situation de chute libre. Cette veine 2 correspond à un tube d'axe sensiblement vertical, ayant une extrémité basse 21 et une extrémité haute 22 et de préférence sensiblement cylindrique ou légèrement conique évasé vers le haut. Dans ce dernier mode préféré de réalisation la section d'extrémité haute 22 est plus grande que celle de l'extrémité basse 21 pour créer dans la veine aérodynamique 2 un gradient de vitesse négatif du bas vers le haut, gradient dont l'effet est favorable à la stabilité sur la position en hauteur dans la veine 2 de la personne 6 en état de chute libre. La section moyenne 23 est de préférence sensiblement circulaire mais d'autres sections sont possibles, par exemple des sections elliptiques ou des sections polygonales. Pour une installation dans un conteneur au gabarit routier de la chambre 12, les dimensions transversales à l'écoulement aérodynamique 15 de la section basse 21 de la veine 2 sont limitées à environ 3 mètres. Dans ce cas la section haute 22 de la veine 2 a par exemple 3,6 mètres dans ses dimensions transversales à l'écoulement aérodynamique 15 et par exemple de l'ordre de 4 mètres dans sa hauteur utile dans le sens de l'écoulement aérodynamique 15 entre les extrémités basse 21 et haute 22.

[0046] Ces dimensions relativement modestes pour un simulateur de chute ont l'avantage d'une part de faciliter la réalisation d'une soufflerie transportable et d'autre part de participer à la sécurité de la personne 6 en situation de chute simulée. En effet dans les cas où la personne 6 en situation de chute simulée dans la veine n'assure pas correctement le contrôle de sa position sensiblement au centre de la veine aérodynamique 2, situation fréquente avec les personnes non entraînées, cette personne 6 n'a pas, compte tenu des distances de vol libre dans la veine aérodynamique 2, le temps d'acquérir une vitesse importante par rapport à la paroi 24 de la veine 2 et aux protections à ses extrémités hautes 25 et basses 26, même en cas d'accélérations importantes, et, de ce fait, le risque de blessures lors d'un contact avec la paroi 24 ou les protections 25, 26 est très diminué du fait des faibles vitesses relatives par rapport à la paroi ou à ces protections.

[0047] Une autre caractéristique importante de la veine aérodynamique 2 concerne son mode de réalisation. Dans le présent simulateur de chute libre, la paroi latérale 24 de la veine aérodynamique 2 dans laquelle évoluent les personnes 6 en état de chute libre est réalisée au moyen d'un film en matériau souple. Ce film, par exemple un tissu choisi pour sa résistance et sa stabilité dimensionnelle, est assemblé pour former un tube dont la longueur et les périmètres aux extrémités correspondent à ceux recherchés pour la longueur de la veine aérodynamique 2 et aux périmètres de ses sections d'extrémités 21, 22. On trouve aujourd'hui des tissus très résistants et non élastiques dans le domaine d'utilisation prévu aptes à réaliser la veine tels que des tissus réalisés avec des fibres de synthèse en matériaux tels que des polyesters ou des aramides, par exemple Dacron® ou Kevlar®, largement utilisés pour les applications aéronautiques ou pour la fabrication des voiles de bateaux.

[0048] De préférence le tube formant la paroi 24 de la veine aérodynamique 2 est réalisé au moyen d'un panneau, dudit film en matériau souple, développable et re-

fermé sur lui-même pour amener bord à bord les côtés opposés du panneau sensiblement orientés le long d'une génératrice du tube. Les bords jointifs sont assemblés au moyen d'une ligne de fixations 27 dont la résistance est au moins du même niveau que celle du film en matériau souple. Ainsi, lorsque les bords jointifs ne sont pas assemblés, le panneau de film en matériau souple peut être remis à plat puis roulé, par exemple sur un mandrin, en vue de son stockage ou de son transport, sans qu'il ne soit créé de pli pouvant endommager la paroi 24 ou nuire à son aspect.

[0049] Les, fixations, non représentées, sont par exemple réalisées au moyen de fermetures éclairs ou de lacets passant dans des oeillets ou de tissus à crochets comme le Velcro® ou par des combinaisons de ces moyens.

[0050] De préférence, sur au moins la partie inférieure de la ligne de fixation 27, les moyens de fixation sont choisis pour permettre une ouverture et une fermeture rapide de la paroi 24 sur une hauteur suffisante afin d'autoriser le passage de la personne 6 avant ou après un saut simulé.

[0051] Enfin ce film en matériau souple est tendu entre deux cadres d'extrémité 28, 29 donnant audit film en matériau souple la forme attendue pour les extrémités, respectivement 21, 22, de la veine aérodynamique 2. Ces cadres 28, 29 sont réalisés aux moyens de tubes ou de profilés réalisés en métal ou en matériaux composites par exemples, dont la forme et la section sont suffisantes pour garantir la rigidité et la résistance nécessaires pour reprendre les efforts de tension dans le film en matériau souple, y compris pendant le fonctionnement du simulateur.

[0052] Il est essentiel qu'il n'y ait aucune structure rigide proche de la paroi 24, et encore moins à l'intérieure de la veine aérodynamique 2. La mise en tension et le maintien de la toile constituant la paroi 24 de la veine aérodynamique 2 entre ses deux cadres d'extrémité 28, 29 est réalisée en reliant lesdits cadres 28, 29 à la superstructure 5 dont les éléments rigides sont éloignés de la paroi 24 de la veine aérodynamique 2 et qui assure le maintien en position correcte des cadres d'extrémité 28, 29. Le cadre inférieur 28 est fixé au dessus ou autour de la sortie du diffuseur 19 et de manière à forcer l'écoulement d'air 15 accéléré par la ou les hélices 11 à pénétrer dans la veine aérodynamique 2. Le cadre supérieur 29 est fixé à la partie supérieure de la superstructure. De préférence, l'un au moins des deux cadres 28, 29 est fixé par l'intermédiaire de tendeurs, non représentés, par exemple des tendeurs à vis ou des tendeurs hydrauliques, qui permettent de faciliter le montage de la veine aérodynamique 2 et d'appliquer au film en matériau souple les efforts de tension souhaités. Dans un mode de réalisation particulier des moyens élastiques, non représentés, sont intercalés en série avec les fixations d'au moins un des deux cadres pour donner audits cadres concernés la possibilité de légers déplacements afin de limiter les efforts dans le film en matériau souple en cas de choc dans la veine aérodynamique 2 pendant son utilisation. Cette architecture de la veine aérodynamique 2 permet, outre son montage et son démontage relativement aisé, de limiter les risques de blessure sérieuse de la personne 6 évoluant en état de chute libre en cas de chocs contre la paroi 24 en évitant toute possibilité de contact avec une structure rigide. Dans le choix de la résistance du film en matériau souple utilisé il est tenu compte des efforts induits dans ledit film du fait des risques de chocs en plus des efforts de tension du montage et des efforts liés aux écoulements aérodynamiques.

[0053] Dans un mode de réalisation de l'invention, une autre caractéristique importante de la paroi 24 de la veine aérodynamique 2 est sa capacité à servir d'écran de projection d'image. Dans ce cas le film en matériau souple retenu, outre ses caractéristiques mécaniques indispensables, est translucide de telle sorte que des images projetées depuis l'extérieur de la veine aérodynamique 2 sur la face extérieure 35 de ladite veine soient visibles de façon satisfaisante sur la face intérieure 36 de la paroi 24 de la veine par la personne 6 en état de chute libre.

[0054] Certains films en matériaux souples réalisées à partir de fibres en matériaux de synthèse déjà cités présentent des caractéristiques de translucidité suffisantes, sans transparence ni opacité excessive, pour assurer cette fonction d'écran.

[0055] Pour projeter sur la paroi 24 de la veine aérodynamique 2 une représentation de l'environnement visuel pendant la chute simulée au moins un projecteur 31 est disposé à l'extérieur de la veine aérodynamique. L'environnement simulé est selon l'effet recherché plus ou moins élaboré. Par exemple l'image projetée représente :

- une image fixe de l'horizon, ou ;
- une image défilant verticalement de formes fixes, par exemple au moyen d'un disque ou.d'un tambour portant les motifs à projeter et tournant derrière un objectif de projecteur, ou ;
- les images d'un film pouvant correspondre à celles d'une chute libre réelle ou imaginaire, ou ;
- des images de synthèse calculées en temps réel en fonction des évolutions de la personne en état de chute libre, ou ;
- une combinaison de ces images.

[0056] Dans l'hypothèse d'une utilisation comme attraction pour le public, il est préférable de présenter des images attractives et donc assez différentes de celles effectivement perçues lors d'un saut réel de chute libre à haute altitude. Par exemple il est possible de présenter des images correspondant à un déplacement sensiblement horizontal prés du sol pour donner à la personne l'impression de se déplacer comme un oiseau.

[0057] Dans un mode préféré de réalisation de l'invention, au moins trois projecteurs sont disposés autour de la veine aérodynamique afin d'assurer une représentation correcte de l'environnement extérieur sur 360° dans

le plan horizontal.

[0058] Pour améliorer la qualité de l'image projetée, en fonction du nombre de projecteurs 31 et de la distance entre les projecteurs 31 et la paroi 24 de la veine aérodynamique 2 servant d'écran, les projecteurs 31 disposent au besoin de moyens de correction de la géométrie des images, tels que des objectifs 32 anamorphoseurs ou des images conformées avant projection par des moyens électroniques 33 associés aux projecteurs 31 en cas d'utilisation de projecteurs vidéo, pour prendre en compte le fait que l'écran constitué par la paroi 24 de la veine aérodynamique 2 est courbe.

[0059] Cette disposition des moyens 3 de projection d'images, en plaçant les dits moyens 5 à l'extérieur à la veine aérodynamique 2 et éloignés de la paroi 24 de la veine, évite tout risque de contact avec des objets durs lors des évolutions de la personne 6 en état de chute libre.

[0060] Afin d'assurer la tension du film en matériau souple constituant la veine aérodynamique 2 et la position correcte de ladite veine, une superstructure 5 est disposée au dessus de la chambre 12 contenant les moyens aérogénérateurs de puissance 1. Cette superstructure assure le positionnement et le maintien des cadres 28 et 29 situés aux extrémités de la veine aérodynamique 2. Réalisée par exemple avec des tubes ou des profilés 51 en métal ou en matériaux composites elle est calculée pour résister aux efforts longitudinaux dans le film en matériau souple de la veine aérodynamique 2. Toutes les parties de la superstructure 5 sont suffisamment éloignées de la paroi souple 24 de la veine aérodynamique 2 pour qu'en aucune circonstance une personne 6 évoluant dans la veine 2 et qui en percute la paroi souple 24 ne puisse entrer en contact avec des parties rigides de la superstructure 5 malgré les déformations, inévitables mais admissibles dans ces circonstances, de la paroi 24 de la veine aérodynamique 2. Par ses dimensions cette superstructure 5 prend en compte le cas extrême d'une défaillance de la paroi souple 24 de la veine aérodynamique 2 et en outre des matelas 52, par exemple avec un remplissage de mousse, sont le cas échéant disposés pour protéger des zones particulières contre lesquelles la personne 6 en état de chute libre pourrait être amenée à avoir des contacts.

[0061] En pratique, il est recommandé que la distance entre la paroi 24 de la veine aérodynamique 2 et les montants verticaux de la superstructure 5 soit sensiblement au moins égal au diamètre moyen de la veine aérodynamique 2, soit environ 3 mètres dans l'exemple de réalisation détaillé donné de l'invention.

[0062] Avantageusement cette superstructure 5 supporte des moyens 53 pour protéger la veine aérodynamique 2 et ses moyens associés 1, 3, 4 de l'environnement, vent et pluie en particulier, lorsque le simulateur de chute libre n'est pas installé dans un emplacement protégé tel qu'à l'intérieur d'un bâtiment. En outre ces moyens de protection 53 ou d'autres moyens dédiés sont aptes à créer autour de la veine aérodynamique 2 un environnement assez sombre pour garantir un contraste suffisant des images projetées sur les parois translucides 24 de la veine 2 lorsque le simulateur de chute libre est équipé des moyens 3 de représentation de l'environnement visuel extérieur. Ces moyens de protection 53 consistent par exemple en des panneaux plus ou moins opaques fixés à la superstructure ou en une bâche du type de celles utilisées pour la réalisation de chapiteaux destinés à l'accueil du public et prenant appui sur la superstructure 5 ou sur des structures secondaires (non représentées).

[0063] Pour un fonctionnement en soufflerie aérodynamique à veine fermée, ces moyens de protection 53 prenant appui sur la superstructure 5 recouvrent également la chambre 12 dans laquelle sont installés les moteurs 10 ou au moins la ou les ouvertures 17 de la chambre 12 par lesquelles arrive l'air 18 qui est accéléré dans la veine aérodynamique 2. Dans ce cas l'espace 54 entre la paroi 24 de la veine aérodynamique 2 et la paroi de ces moyens de protection 53 sert de zone de circulation pour le retour de l'air entre la sortie 22 de la veine et les ouvertures 17 de la chambre des moteurs. Cet espace est donc également dimensionné pour avoir une section suffisante pour que le débit d'air circulant dans la soufflerie puisse y être assuré sans perte de charges excessives. Un receveur apte par sa structure et par ses formes à diriger l'air sortant de la veine aérodynamique vers les côtés et vers le bas autour de la veine aérodynamique 2 est disposés prés de la sortie 22 de la veine, à sa partie supérieure.

[0064] Pour un fonctionnement en soufflerie à veine aérodynamique ouverte, ces moyens de protection 53 assurent la protection de la veine aérodynamique 2 et de ses éléments annexes 1, 3, 4. Dans tous les cas ces moyens de protection 53 sont réalisés pour ne pas gêner l'arrivée de l'air extérieur vers la ou les ouvertures 17 de la chambre 12 des moteurs. Au dessus de la veine aérodynamique 2, à la partie supérieure des moyens de protection 53, une ou des ouvertures sont prévues pour laisser passer l'air sortant de la veine aérodynamique 2 vers l'air ambiant. Cette ou ces ouvertures sont de préférence surmontées d'un receveur 56 pour éviter que la pluie ou des corps étrangers, et éventuellement la lumière, ne puissent pénétrer dans la zone protégée de la veine aérodynamique 2 mais sans entraver le flux d'air devant passer vers l'air libre.

[0065] Dans un mode particulier de réalisation de l'invention, la superstructure 5 est réalisée avec des dimensions suffisantes pour que les projecteurs 31 associés au système de représentation de l'environnement visuel 3 pendant la chute libre soient fixés de manière sûre et stable par rapport à la veine aérodynamique 2. Les dimensions de la superstructure 5 sont compatibles avec le positionnement du ou des projecteurs 31 à une distance suffisante de la paroi 21 de la veine aérodynamique 2 qui sert d'écran de projection pour que ce ou ces projecteurs 31 fonctionnent de façon satisfaisante. La précision et la stabilité de ces projecteurs 31 sont nécessaires pour que les images projetées soient suffisamment

stables et pour la qualité du rendu de l'ensemble de la scène notamment dans les zones de raccordement des images projetées par les différents projecteurs 31, lorsque plusieurs projecteurs 31 sont utilisés.

[0066] Dans un mode de réalisation la superstructure est constituée d'un ensemble de poutre 51 équipées de liaisons 57 démontables, par boulonnage de chapes d'extrémité (non représentées) par exemple, afin d'assurer le montage et éventuellement le démontage pour son transport du simulateur de chute libre.

[0067] D'autres moyens nécessaires ou utiles au fonctionnement, à la surveillance et au contrôle du simulateur de chutes sont associés au simulateur.

[0068] Le simulateur comporte en particulier au moins un poste de contrôle et de commande 4 qui permet depuis un poste de pilotage 41 du simulateur de surveiller les paramètres du simulateur et de ses équipements.

[0069] Parmi les paramètres importants à surveiller de préférence, sans que cette liste ne soit exhaustive, sont affichés :

- les températures :

  c air de la soufflerie ;
  c eau de refroidissement ;
  c huile dans les moteurs et engrenages ;

- les puissances et vitesses de rotation en sortie du ou des moteurs ou sur le ou les axes de la ou des hélices ;
- les vitesses de l'écoulement dans la veine aérodynamique.

[0070] La partie commande comporte au moins les moyens de piloter la puissance de la soufflerie pour agir en particulier sur la vitesse de l'écoulement de l'air dans la veine aérodynamique, vitesse qui diffère notamment suivant le poids de la personne 6 à maintenir en état de chute libre simulée, et comporte également les organes de commande des dispositifs liés à la sécurité, tels que les commandes d'arrêt d'urgence ou liées aux moyens de sécurité incendie.

[0071] Une partie de ces moyens de commande et de contrôle peut être automatisée.

[0072] De préférence le simulateur de chute libre comporte également au moins une caméra de surveillance 42 permettant d'observer la personne 6 dans la veine aérodynamique 2 au moyen d'au moins un moniteur vidéo 43 à proximité du poste de contrôle et de commande. Une telle caméra 42 est placée en dehors de la partie de la veine 2 ou peut évoluer la personne 60 en état de chute libre, par exemple en partie haute, au dessus d'un filet de protection 25 qui limite la position supérieure utile de la veine aérodynamique, ou en partie basse, en dessous d'un filet 26 qui en limite la position inférieure utile.

[0073] Cette caméra 42 et ou d'autres caméras, associées ou non, sert également si besoins à enregistrer les évolutions de la personne 6 en état de chute libre. Le parachutiste en entraînement a ainsi la possibilité de revoir son saut simulé et d'analyser ses défauts et les corrections d'attitudes qu'il doit travailler. Dans les applications ludiques les personnes ayant effectuée une simulation de chute libre ont la possibilité de conserver un enregistrement en souvenir de leur expérience de la chute libre.

[0074] Dans un mode d'utilisation dans lequel deux ou plusieurs simulateurs de chute libre fonctionnent de manière coordonnée, sur un même site ou sur des sites distants, les images de la personne 6 en état de chute libre dans un simulateur peuvent être envoyées en temps réel aux moyens 3 de représentation de l'environnement visuel simulé du ou des autres simulateurs fonctionnant de manière coordonnée afin que lesdites images soient insérées dans les images projetées dans ce ou ces autres simulateurs. Par ce moyen sont simulés des impressions de sauts à plusieurs personnes sans besoin d'un simulateur de chute de grandes dimensions et en évitant les risques inhérents aux sauts à plusieurs personnes dans la même veine de soufflerie.

[0075] Dans un mode particulier de réalisation, d'autres moyens 7 sont associés au simulateur de chute libre, par exemple des moyens 71 pour l'accès à la veine aérodynamique 2, une zone 72 pour la préparation des personnes à la chute simulée, des moyens 73 pour faire patienter le public en attente d'une chute simulée.

Revendications

1. Simulateur de chute libre, pour créer un état de chute libre simulé pour au moins une personne (6), comportant des moyens aérogénérateurs de puissance (1), une veine aérodynamique (2) d'axe vertical sensiblement cylindrique ou légèrement conique dans laquelle évolue la au moins une personne en état de chute libre et une structure rigide de maintien de la veine aérodynamique (2) **caractérisé en ce que** la veine aérodynamique (2) est délimitée latéralement par une paroi (24) en matériau souple non élastique maintenue en tension entre un cadre rigide inférieur (28) et un cadre rigide supérieur (29), **en ce que** la structure rigide de maintien est une superstructure (5) comportant des éléments rigides (51), lesdits éléments rigides étant distants horizontalement de la paroi (24) d'une distance au moins de l'ordre de grandeur du diamètre de la veine aérodynamique (2) de telle sorte que la personne en état de chute libre ne puisse pas être projetée, lors du fonctionnement du simulateur, en contact avec les dits éléments rigides suite à une déformation de la paroi (24) en matériau souple ou à un passage à travers ladite paroi de la dite personne et **en ce que** le cadre inférieur et le cadre supérieur sont maintenus en positions relatives au moyen de ladite superstructure.

2. Simulateur de chute libre suivant la revendication 1

dont la paroi (24) de la veine aérodynamique (2) est réalisée en un seul panneau développable du film en matériau souple non élastique refermé sur lui-même au moyen d'une ligne de fixations (27) sur deux bords opposés dudit panneau pour constituer la veine aérodynamique (2).

3. Simulateur de chute libre suivant la revendication 1 ou la revendication 2 dans lequel le cadre rigide inférieur (28) et/ou le cadre rigide supérieur (29) sont fixés à des éléments rigides (51) de la superstructure (5) au moyen de dispositifs de tension élastiques.

4. Simulateur de chute libre suivant l'une des revendications précédentes dans lequel les moyens aérogénérateurs de puissance (1) comportent au moins un moteur (10) dans une chambre (12), au moins une hélice (11) et un redresseur-diffuseur (19) à la partie supérieure de la chambre (12).

5. Simulateur suivant la revendication 4 dans lequel la superstructure (5) est positionnée par rapport à la chambre (12) contenant le au moins un moteur (10) pour maintenir la veine aérodynamique (2) au dessus et sensiblement dans l'axe du redresseur-diffuseur (19).

6. Simulateur suivant la revendication 4 ou la revendication 5 dans lequel la chambre (12) comporte au moins une ouverture (17) apte à laisser entrer l'air (18) nécessaire au fonctionnement de la veine aérodynamique (2) dans la chambre (12) contenant le au moins un moteur (10) ;

7. Simulateur suivant l'une des revendications 4, 5 ou 6 dans lequel la chambre (12), le au moins un moteur (10), la au moins une hélice (11) et le redresseur-diffuseur (19) sont assemblés dans tout ou partie d'un conteneur (74) apte à être transporté.

8. Simulateur de chute libre suivant l'une des revendications précédentes comportant des moyens de projection (3) pour projeter des images sur la paroi (24) de la veine aérodynamique (2), lesdits moyens (3) comportant des projecteurs (31) situés à l'extérieur de ladite veine aérodynamique (2) entre la structure rigide de maintien de la veine aérodynamique (2) et la paroi (24) de ladite veine, et dans lequel le film en matériau souple constituant la paroi (24) de la veine aérodynamique (2) est translucide de telle sorte que des images projetées sur la face extérieure (35) de la paroi (24) par l'extérieur de la veine (2) soient visibles depuis l'intérieur de la veine (2) sur la face intérieure (36)-de la paroi (24) de ladite veine (2).

9. Simulateur de chute libre suivant la revendication 8 dans lequel les projecteurs (31) sont fixés sur des éléments rigides (51) de la superstructure (5) de maintien de la veine aérodynamique (2).

10. Simulateur de chute libre suivant la revendication 8 ou la revendication 9 dans lequel les moyens de projection (3) simulent un environnement visuel dans la veine aérodynamique (2) sur 360 degrés dans un plan horizontal.

11. Simulateur de chute libre suivant l'une des revendications 8, 9 ou 10 dans lequel les moyens de projection (3) reçoivent les images correspondant à au moins une autre personne en état de chute libre simulée dans au moins un autre simulateur de chute libre, lesdites images étant insérées en temps réel dans les images projetées.

12. Simulateur de chute libre suivant l'une des revendications précédentes dans lequel la superstructure (5) maintient autour de la veine aérodynamique (2) des moyens de protection (53) vis à vis de l'environnement extérieur au simulateur de chute.

13. Simulateur de chute libre suivant la revendication 12 dans lequel les moyens de protection (53) créent autour de la veine aérodynamique (2), dans l'enceinte desdits moyens de protection (53), des conditions de luminosité réduites compatibles avec la luminosité des images projetées sur la paroi (24) de la veine aérodynamique (2).

14. Simulateur de chute libre suivant la revendication 12 ou la revendication 13 dans lequel les moyens de protection (53) protègent au moins une zone (4) isolée de la veine aérodynamique (2) pour un poste de contrôle et de commande (41) du simulateur de chute.

15. Simulateur de chute suivant l'une des revendications 12 à 14 dans lequel les moyens de protection (53) consistent au moins en partie en une toile sensiblement opaque tendue sur la superstructure (5).

Claims

1. Free-fall simulator for creating a simulated free-fall state for at least one person (6), comprising powerful aerogenerating means (1), a substantially cylindrical or slightly conical wind tunnel (2) with a vertical axis in which the at least one person manoeuvres in a free-fall state and a rigid structure for supporting the wind tunnel (2), **characterized in that** the wind tunnel (2) is delimited laterally by a wall (24) made of flexible, non-elastic material kept taut between a lower rigid frame (28) and an upper rigid frame (29), **in that** the rigid supporting structure is a superstructure (5) comprising rigid elements (51), the said rigid elements being horizontally at a distance from the wall

(24) at a distance at least of the order of magnitude of the diameter of the wind tunnel (2) so that the person in the free-fall state cannot, when the simulator is operating, be blown into contact with the said rigid elements following a deformation of the wall (24) made of flexible material or after the said person has passed through the said wall and **in that** the lower frame and the upper frame are held in relative positions by means of the said superstructure.

2. Free-fall simulator according to Claim 1 wherein the wall (24) of the wind tunnel (2) is made of a single stretchable panel of the film made of flexible, non-elastic material closed onto itself by means of a line of fasteners (27) on two opposite edges of the said panel in order to form the wind tunnel (2).

3. Free-fall simulator according to Claim 1 or Claim 2, in which the lower rigid frame (28) and/or the upper rigid frame (29) are attached to rigid elements (51) of the superstructure (5) by means of elastic tensioning devices.

4. Free-fall simulator according to one of the preceding claims, in which the powerful aerogenerating means (1) comprise at least one motor (10) in a chamber (12), at least one impeller (11) and a stator-diffuser (19) at the upper portion of the chamber (12).

5. Simulator according to Claim 4, in which the superstructure (5) is positioned relative to the chamber (12) containing the at least one motor (10) in order to keep the wind tunnel (2) over and substantially in the axis of the stator-diffuser (19).

6. Simulator according to Claim 4 or Claim 5, in which the chamber (12) comprises at least one aperture (17) capable of allowing the entry of the air (18) necessary for the operation of the wind tunnel (2) into the chamber (12) containing the at least one motor (10).

7. Simulator according to one of Claims 4, 5 or 6 in which the chamber (12), the at least one motor (10), the at least one impeller (11) and the stator-diffuser (19) are assembled in all or some of a container (74) capable of being transported.

8. Free-fall simulator according to one of the preceding claims comprising projection means (3) for projecting images onto the wall (24) of the wind tunnel (2), the said means (3) comprising projectors (31) situated outside the said wind tunnel (2) between the rigid structure for supporting the wind tunnel (2) and the wall (24) of the said tunnel, and in which the film made of flexible material forming the wall (24) of the wind tunnel (2) is translucent so that images projected onto the outer face (35) of the wall (24) from the outside of the tunnel (2) can be seen from the inside of the tunnel (2) on the inner face (36) of the wall (24) of the said tunnel (2).

9. Free-fall simulator according to Claim 8, in which the projectors (31) are attached to rigid elements (51) of the superstructure (5) for supporting the wind tunnel (2).

10. Free-fall simulator according to Claim 8 or Claim 9, in which the projection means (3) simulate a visual environment in the wind tunnel (2) covering 360 degrees in a horizontal plane.

11. Free-fall simulator according to one of Claims 8, 9 or 10, in which the projection means (3) receive the images corresponding to at least one other person in a simulated free-fall state in at least one other free-fall simulator, the said images being inserted in real time into the projected images.

12. Free-fall simulator according to one of the preceding claims, in which the superstructure (5) holds, around the wind tunnel (2), protection means (53) with respect to the environment outside the fall simulator.

13. Free-fall simulator according to Claim 12, in which the protection means (53) create, around the wind tunnel (2), in the enclosure of the said protection means (53), reduced-luminosity conditions compatible with the luminosity of the images projected onto the wall (24) of the wind tunnel (2).

14. Free-fall simulator according to Claim 12 or Claim 13, in which the protection means (53) protect at least one zone (4) isolated from the wind tunnel (2) for a command and control station (41) for the free-fall simulator.

15. Free-fall simulator according to one of Claims 12 to 14, in which the protection means (53) at least partly consist of a substantially opaque canvas stretched over the superstructure (5).

Patentansprüche

1. Freifallsimulator, um einen simulierten Zustand des freien Falls für mindestens eine Person (6) zu erzeugen, der Leistungs-Windgeneratoreinrichtungen (1), einen Windkanal (2) mit zylindrischer oder leicht kegelförmiger senkrechter Achse, in der sich die mindestens eine Person im Zustand des freien Falls bewegt, und eine steife Konstruktion für den Halt des Windkanals (2) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Windkanal (2) seitlich von einer Wand (24) aus unelastischem weichem Material begrenzt wird, die zwischen einem unteren steifen Rahmen

(28) und einem oberen steifen Rahmen (29) unter Spannung gehalten wird, dass die steife Haltekonstruktion ein Überbau (5) ist, der steife Elemente (51) aufweist, wobei die steifen Elemente waagrecht einen Abstand mindestens in der Größenordnung des Durchmessers des Windkanals (2) von der Wand (24) haben, damit die Person im Zustand des freien Falls beim Betrieb des Simulators nach einer Verformung der Wand (24) aus weichem Material oder einem Durchgang der Person durch die Wand nicht in Kontakt mit den steifen Elementen geschleudert werden kann, und dass der untere Rahmen und der obere Rahmen mittels des Überbaus in relativen Stellungen gehalten werden.

2. Freifallsimulator nach Anspruch 1, dessen Wand (24) des Windkanals (2) aus einer einzigen abwikkelbaren Bahn der Folie aus unelastischem weichem Material hergestellt ist, die mittels einer Reihe von Befestigungen (27) auf zwei gegenüberliegenden Rändern der Bahn auf sich selbst geschlossen ist, um den Windkanal (2) zu bilden.

3. Freifallsimulator nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei dem der untere steife Rahmen (28) und/oder der obere steife Rahmen (29) an steifen Elementen (51) des Überbaus (5) mittels elastischer Spannungsvorrichtungen befestigt sind.

4. Freifallsimulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Leistungs-Windgeneratoreinrichtungen (1) mindestens einen Motor (10) in einer Kammer (12), mindestens einen Propeller (11) und einen Gleichrichter-Diffusor (19) im oberen Bereich der Kammer (12) aufweisen.

5. Simulator nach Anspruch 4, bei dem der Überbau (5) bezüglich der den mindestens einen Motor (10) enthaltenden Kammer (12) positioniert ist, um den Windkanal (2) über dem und im Wesentlichen in der Achse des Gleichrichters-Diffusors (19) zu halten.

6. Simulator nach Anspruch 4 oder Anspruch 5, bei dem die Kammer (12) mindestens eine Öffnung (17) aufweist, die die für den Betrieb des Windkanals (2) notwendige Luft (18) in die den mindestens einen Motor (10) enthaltende Kammer (12) einlassen kann.

7. Simulator nach einem der Ansprüche 4, 5 oder 6, bei dem die Kammer (12), der mindestens eine Motor (10), der mindestens eine Propeller (11) und der Gleichrichter-Diffusor (19) im ganzen Container oder in einem Teil des Containers (74) zusammengefügt sind, der transportiert werden kann.

8. Freifallsimulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der Projektionseinrichtungen (3) aufweist, um Bilder auf die Wand (24) des Windkanals (2) zu projizieren, wobei die Einrichtungen (3) Projektoren (31) aufweisen, die außerhalb des Windkanals (2) zwischen der steifen Haltekonstruktion des Windkanals (2) und der Wand (24) des Kanals angeordnet sind, und bei dem die die Wand (24) des Windkanals (2) bildende Folie aus weichem Material durchsichtig ist, so dass auf die Außenseite (35) der Wand (24) von außerhalb des Kanals (2) projizierte Bilder von innerhalb des Kanals (2) auf der Innenseite (36) der Wand (24) des Kanals (2) sichtbar sind.

9. Freifallsimulator nach Anspruch 8, bei dem die Projektoren (31) an steifen Elementen (51) des Überbaus (5) für den Halt des Windkanals (2) befestigt sind.

10. Freifallsimulator nach Anspruch 8 oder Anspruch 9, bei dem die Projektionseinrichtungen (3) eine visuelle Umgebung im Windkanal (2) über 360 Grad in einer waagrechten Ebene simulieren.

11. Freifallsimulator nach einem der Ansprüche 8, 9 oder 10, bei dem die Projektionseinrichtungen (3) die Bilder empfangen, die mindestens einer anderen Person im Zustand des freien Falls entsprechen, die in mindestens einem anderen Simulator eines freien Falls simuliert wird, wobei die Bilder in Echtzeit in die projizierten Bilder eingefügt werden.

12. Freifallsimulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Überbau (5) um den Windkanal aerodynamische Strömung (2) herum Schutzeinrichtungen (53) gegenüber der Außenumgebung des Fallsimulators hält.

13. Freifallsimulator nach Anspruch 12, bei dem die Schutzeinrichtungen (53) um den Windkanal (2) herum im Raum der Schutzeinrichtungen (53) reduzierte Leuchtstärkebedingungen erzeugen, die mit der Leuchtstärke der Bilder kompatibel sind, die auf die Wand (24) des Windkanals (2) projiziert werden.

14. Freifallsimulator nach Anspruch 12 oder Anspruch 13, bei dem die Schutzeinrichtungen (53) mindestens eine von dem Windkanal (2) isolierte Zone (4) für eine Kontroll- und Steuerstation (41) des Freifallsimulators schützen.

15. Freifallsimulator nach einem der Ansprüche 12 bis 14, bei dem die Schutzeinrichtungen (53) zumindest zum Teil aus einem im Wesentlichen undurchsichtigen Tuch bestehen, das auf den Überbau (5) gespannt ist.

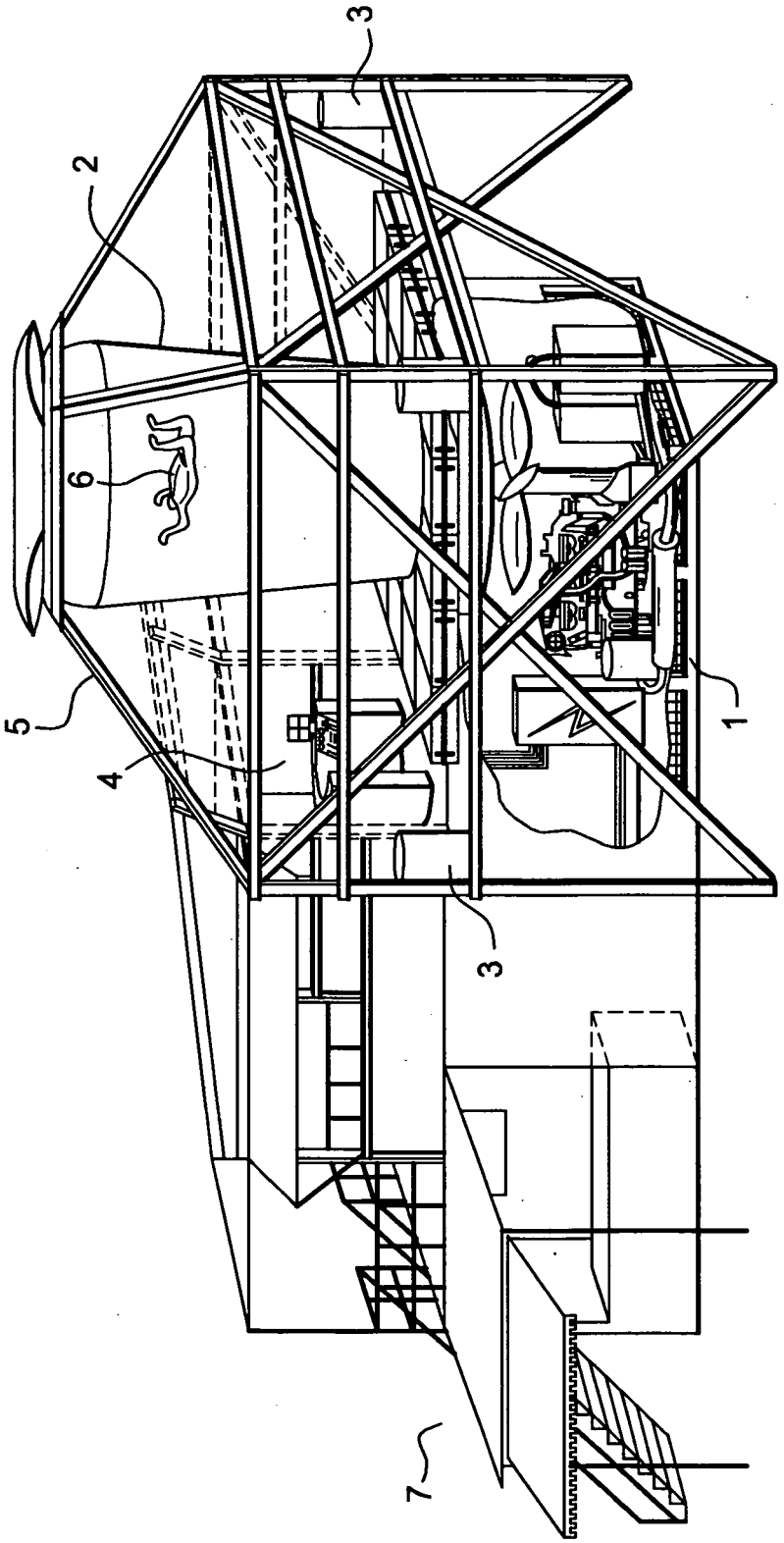


Fig. 1

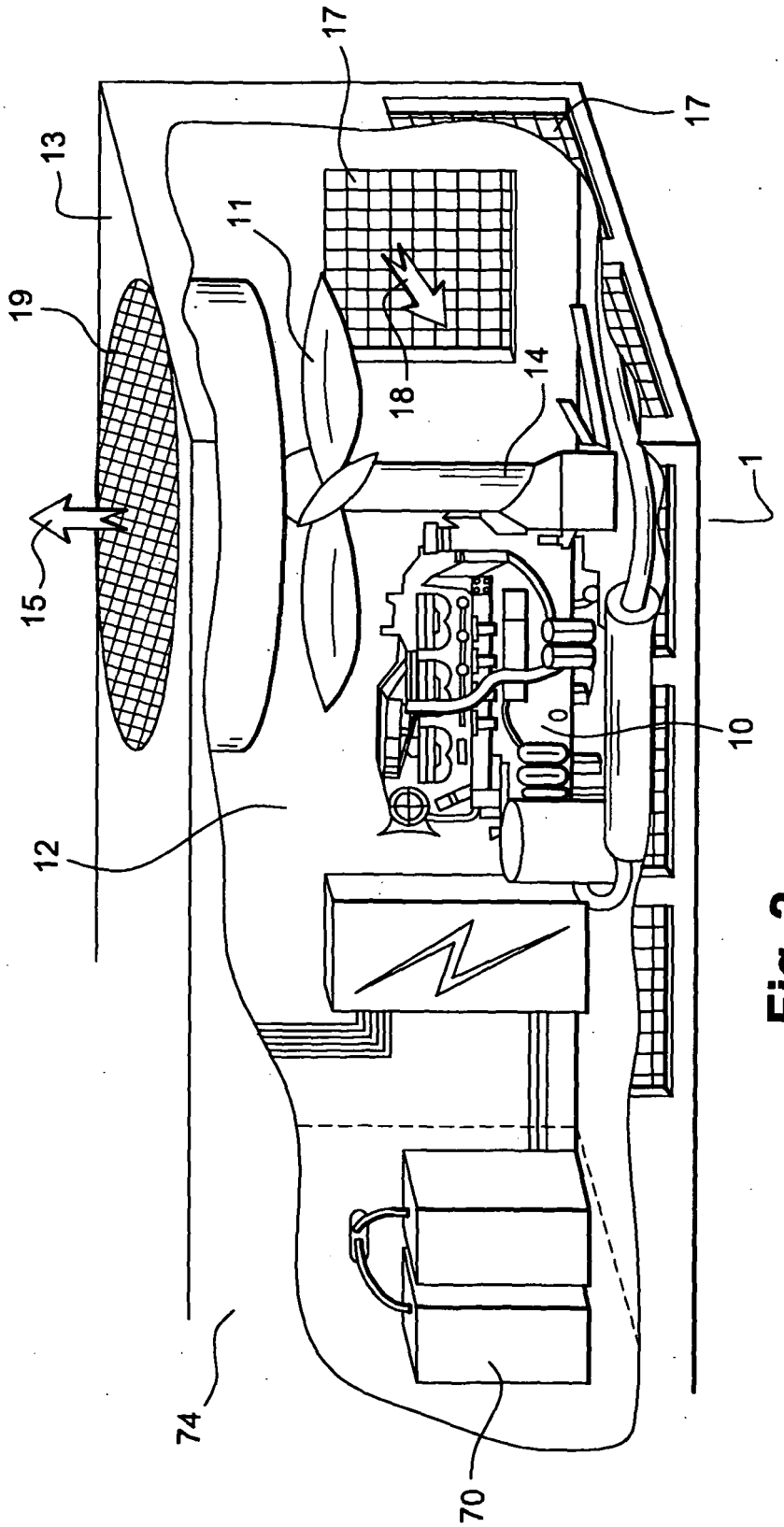


Fig. 2

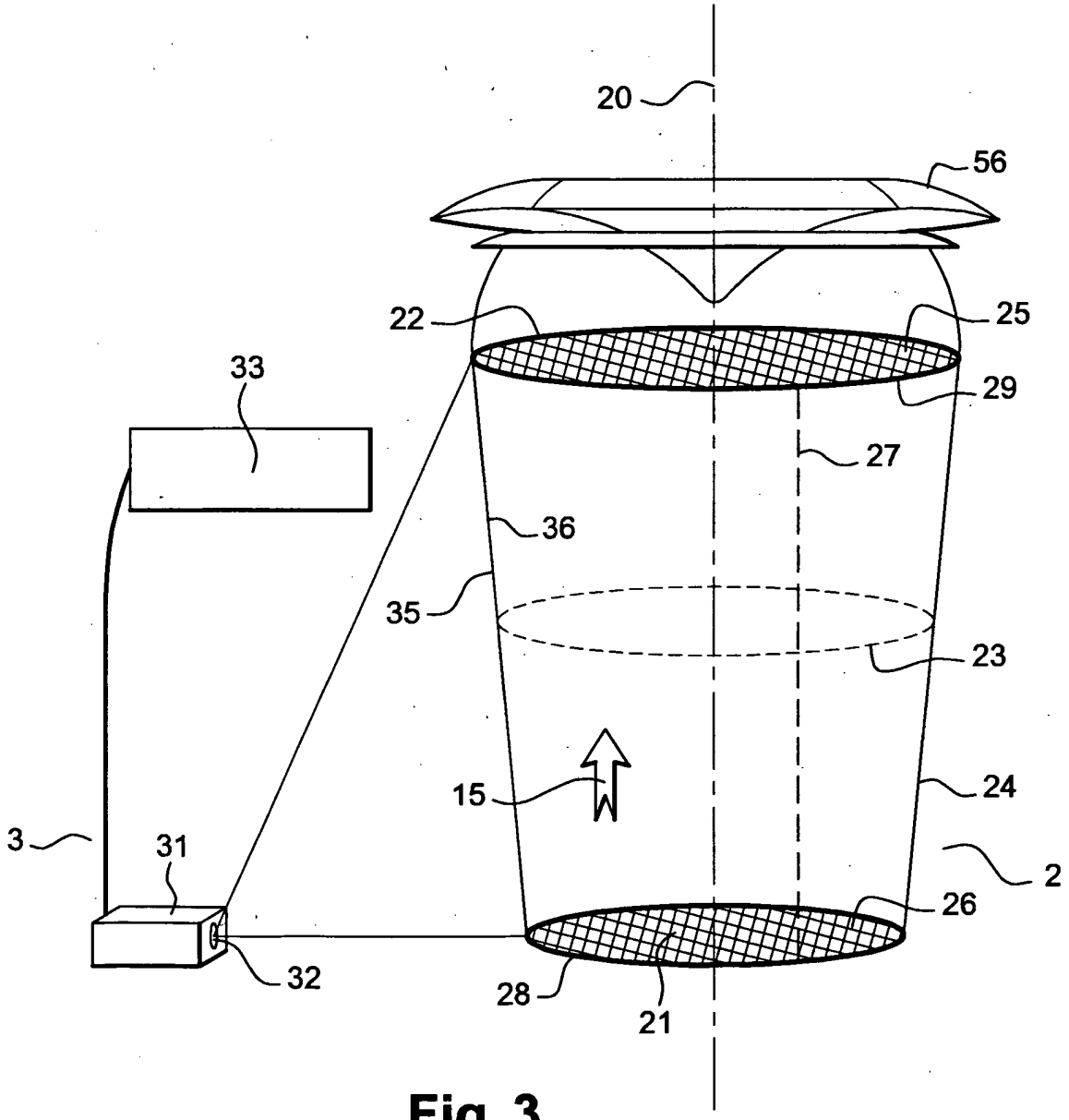


Fig. 3

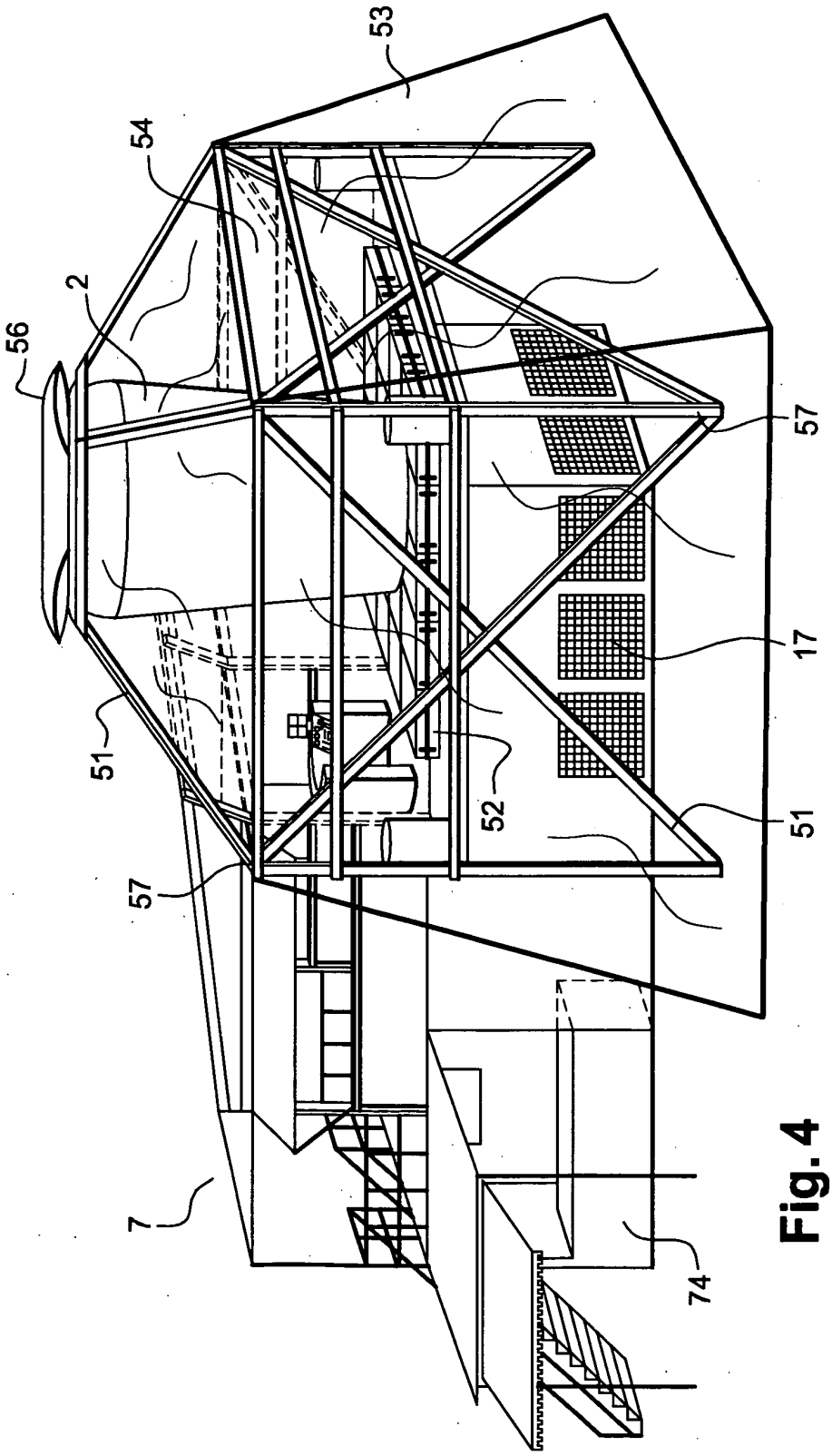


Fig. 4

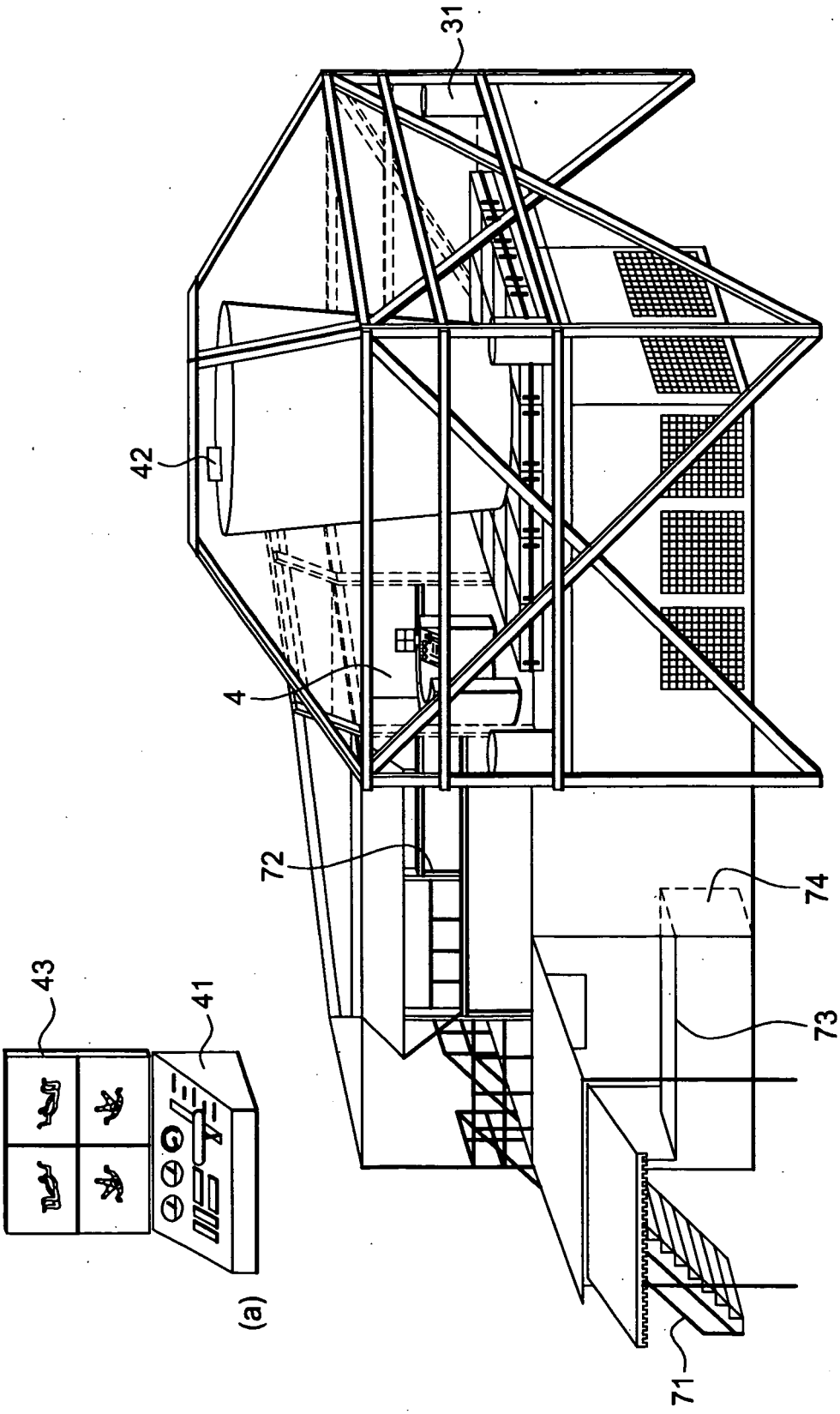


Fig. 5

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- US 3484953 A **[0007]**
- GB 2094162 A **[0007]**
- GB 2062557 A **[0009]**
- WO 8301380 A **[0009] [0011]**
- US 5655909 A **[0013]**
- WO 0059595 A **[0014]**