



(11) **EP 1 657 509 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
11.02.2009 Bulletin 2009/07

(51) Int Cl.:
F25C 3/04 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **04300776.4**

(22) Date de dépôt: **10.11.2004**

(54) **Procédé et installation pour la fabrication de neige artificielle**

Verfahren und Anlage zur Erzeugung von Kunstschnee

Process and plant for making artificial snow

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

(43) Date de publication de la demande:
17.05.2006 Bulletin 2006/20

(73) Titulaire: **GENIUS
75018 PARIS (FR)**

(72) Inventeur: **Mugnier, Georges
73410 Albens (FR)**

(74) Mandataire: **Dupuis, François
Cabinet Laurent et Charras
3 Place de l'Hôtel-de-Ville
BP 203
42005 St. Etienne Cédex 1 (FR)**

(56) Documents cités:
**US-A- 3 606 971 US-A- 5 180 106
US-A- 5 810 249 US-A- 5 836 513**

EP 1 657 509 B1

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).

Description

[0001] L'invention se rattache au secteur technique des canons à neige et de la fabrication de neige artificielle couramment dénommée neige de culture.

[0002] Depuis de nombreuses années, l'équipement des stations d'hiver en canons à neige est de plus en plus courant pour palier le manque de neige et également les très grandes variations d'un niveau de neige acceptable sur les pistes durant une saison d'hiver complète.

[0003] Le réchauffement climatique de la planète entraîne une modification des saisons, des périodes climatiques de froid, de pluie ou de sécheresse plus accentuées et dans des périodes de temps très courtes.

[0004] S'agissant des sports d'hiver, en basse et moyenne altitudes, et même quelques fois en haute altitude, le manque de neige ou son insuffisance, sur tout ou partie d'une saison, peut entraîner des effets économiques désastreux pour les communes et les secteurs économiques d'activités concernés.

[0005] Pour palier à cette situation, il a été proposé des installations de canons à neige qui sont sensées répondre aux problèmes posés.

[0006] En pratique, les canons à neige existant sur le marché fonctionnent dans des conditions climatiques particulières et plus spécifiquement lorsque la température ambiante extérieure aux endroits de localisation des canons se trouvent être dans une fourchette de + 1 °C à - 4°C. Ces conditions sont donc très restrictives. En outre, la qualité de la neige fabriquée varie en fonction des installations utilisées dans de faibles proportions et toujours pour une neige très chargée en eau. La pollution de l'air ambiant est aussi une contrainte qui influe sur les grains de glace fabriqués qui vont se solidariser aux particules en l'air. La tenue dans le temps de ces grains reste donc très aléatoire.

[0007] Diverses réalisations ont été développées pour tenter de remédier à ces inconvénients, mais sans succès. Le Demandeur a pu constater qu'il n'existait pas d'installation de fabrication de neige artificielle susceptible de s'affranchir de la température extérieure ambiante, et qui puisse permettre la fabrication de neige dans des plages de température très larges comprises entre - 30°C et + 15°C.

[0008] La démarche du Demandeur a été de reconsidérer le concept même de fabrication de neige artificielle selon les méthodes actuelles, en analysant les phénomènes naturels climatiques permettant l'obtention de neige. Cette étude, particulièrement complexe faisant intervenir de très nombreux calculs mathématiques dans la maîtrise de la circulation des fluides, avait pour objectif de transférer les conditions climatiques se trouvant à très haute altitude dans l'atmosphère dans un environnement ambiant sur terre en vue de la création d'une neige artificielle. Il a donc fallu tenir compte des paramètres tels que la pression, la température, l'hygrométrie, la vitesse de l'air. La maîtrise de ces paramètres est particulièrement délicate, surtout dans le cadre d'une reconstitution

à basse altitude au niveau des zones où sont requis les besoins de neige artificielle.

[0009] On connaît par ailleurs par US 5 180 106 un procédé de fabrication de neige artificielle ayant une injection d'air comprimé chargé en eau dans une chambre en procédant à la phase de nucléation en situation de sortie de l'appareil avec projection par ventilation.

[0010] De nombreuses recherches ont donc été effectuées par le Demandeur pour aboutir à la conception d'un procédé et d'une installation spécifique répondant aux objectifs rappelés ci-avant.

[0011] Selon une première caractéristique, le procédé de fabrication de neige artificielle est défini selon la revendication 1.

[0012] Selon une autre caractéristique, l'installation pour la fabrication de neige artificielle mettant en oeuvre le procédé défini selon la revendication 2.

[0013] Ces caractéristiques et d'autres encore ressortiront bien de la suite de la description.

[0014] Pour fixer l'objet de l'invention illustrée d'une manière non limitative aux figures des dessins où :

- la figure 1 est une vue à caractère schématique de l'installation illustrant la juxtaposition de ses différents composants ;
- la figure 2 est une vue en perspective illustrant, hors carter, la configuration générale des composants ;
- la figure 3 est une vue partielle à grande échelle illustrant le mélangeur air primaire ;
- la figure 4 est une vue partielle à grande échelle du mélangeur air secondaire ;
- la figure 5 est une vue partielle à grande échelle et de face du vortex primaire ;
- la figure 6 est une vue selon la figure 5 en perspective du vortex primaire ;
- la figure 7 est une vue partielle à grande échelle du vortex couches isobares ;
- la figure 8 est une vue partielle à grande échelle du vortex secondaire basse pression ;
- la figure 9 est une vue partielle à grande échelle du mélangeur d'air secondaire avec base saturation ;
- la figure 10 est une vue du mélangeur selon la figure 9 en incluant les vortex secondaires, basse et haute pressions ;
- la figure 11 est une vue à grande échelle illustrant le vortex secondaire haute pression ;
- la figure 12 est une vue illustrant les courbes isobariques
- la figure 13 est une vue représentant l'installation dans ses composants pour la fabrication du noyau de glace en vue de son évacuation ;
- la figure 14 représente le mélangeur vortex avec arrivée de vapeur d'eau froide ;
- la figure 15 est une vue similaire à la figure 14 en vue perspective ;
- la figure 16 est une vue en perspective des composants de l'installation dans les phases 1, 2 et 3 ;
- la figure 17 est une vue en perspective des compo-

sants de l'installation dans les phases 4 et 5 ;

- la figure 18 est une vue en plan à caractère schématique de l'installation dans les phases 1, 2 et 3 ;
- la figure 19 est une vue en plan à caractère schématique de l'installation dans les phases 4 et 5 ;

[0015] Afin de rendre plus concret l'objet de l'invention, on le décrit maintenant d'une manière non limitative illustrée aux dessins.

[0016] En vue de décrire l'installation, objet de l'invention, il y a lieu de se référer aux principales phases du procédé à partir duquel a été conçue ladite installation. En conséquence et par rapport à l'objectif de reproduire in-situ des conditions d'élaboration de la neige en haute atmosphère, le procédé permettant la fabrication de neige artificielle dans une fourchette de température extérieure entre - 30°C et + 15°C consiste en la mise en oeuvre des phases principales opératoires suivantes :

- création d'un flux unidimensionnel à une température indépendante de la température extérieure et transformation du flux d'air linéaire en un flux tourbillonnaire ;
- création d'une pression statique indépendante de la pression atmosphérique ;
- fabrication d'un noyau support de glace du flocon de neige à obtenir ;
- création du flocon de neige par nucléation ;
- évacuation des flocons en milieu extérieur, transportés par la veine gazeuse stable du flux unidimensionnel.

[0017] Les différentes phases opératoires sont ensuite précisées avec la description de l'installation qui est ainsi agencée pour permettre sa mise en oeuvre.

[0018] Pour faciliter la lecture des dessins et leur compréhension, on a représenté à chaque fois que nécessaire le sens de circulation du flux par E pour entrée dans le composant ou partie d'installation, et par S pour la sortie.

[0019] L'ensemble des composants de l'installation se trouve dans un carénage extérieur unique (C) les regroupant et permettant d'avoir une installation autonome ouverte de faible encombrement relatif. Cette installation est par ailleurs disposée par rapport au-dessus ou près d'un réservoir cryogénique (29) à plateaux permettant l'alimentation en eau dans certaines phases opératoires du procédé selon l'invention.

[0020] Dans la poursuite de la description de l'invention, nous décrivons successivement les différents composants se rattachant à chaque phase opératoire principale en vue de la fabrication de la neige artificielle, étant considéré que tous les composants sont disposés en succession les uns des autres, ainsi que représenté en vue d'ensemble figure 1.

-1- Phase première :

[0021] On décrit maintenant la phase initiale de création du flux unidimensionnel à une température indépendante de la température extérieure pour sa transformation d'un flux linéaire à un flux tourbillonnaire. On se réfère aux figures 1 à 6.

[0022] La création du flux d'air unidimensionnel s'effectue grâce à l'utilisation d'un compresseur axial, basse et haute pression, qui détermine la veine gazeuse la plus stable possible. Le compresseur basse pression (1) avec turbine (1a) qui se situe en amont est en entrée de l'installation et entoure le compresseur haute pression (2). Ce dernier dispose de quatre étages (2a, 2b, 2c, 2d) de compression pour l'obtention d'un flux à température positive et à vitesse et pression élevées. Le compresseur basse pression est déterminé et calculé pour l'obtention d'un flux d'air à température neutre aux environs de 0°C en produisant une grande quantité d'air à haute vitesse et à pression élevée entourant le flux d'air haute pression. L'aspiration de l'air ambiant extérieur s'effectue ainsi par lesdits compresseurs. Les compresseurs sont entraînés électriquement. En variante, la création du flux d'air peut s'opérer à l'aide d'une turbine alimentée en GPL ou kérozone.

[0023] La phase suivante consiste dans la préparation du flux unidimensionnel en température stable et ce par le biais d'un mélangeur d'air (3) primaire. A cet effet, le compresseur à haute pression à quatre étages, c'est-à-dire présentant quatre sections dégressives en diamètre successives, ou la turbine, est susceptible en extrémité de déboucher sur un convergent (4) permettant l'accélération du flux d'air haute pression. Ledit convergent (4) à tuyère est solidarisé, de manière appropriée, à l'extrémité du compresseur haute pression ou de la turbine. Le convergent est de profil conique dégressif d'amont en aval. Ledit convergent est aménagé dans la partie médiane pour recevoir deux tubulures (5) et (6) débouchantes à l'intérieur de ce dernier pour autoriser l'adjonction d'air ambiant ou d'air chaud par un vortex basse pression spécifique dit chaud-froid. Des électrovannes (7) linéaires proportionnels intégrés dans le convergent dans le sens axial permettent de réguler les flux et leurs caractéristiques.

[0024] Le convergent (4) présente, en extrémité aval, un col (8) à l'extrémité duquel est fixé un divergent (10) définissant alors le début du circuit secondaire. Au niveau du col du divergent, le flux unidimensionnel, précédemment engendré, est stable, à une température stable qui est positive, et ce pour éviter d'éventuels problèmes de condensation.

[0025] Les tubulures (5) et (6) permettent l'adjonction dans le convergent (4) d'air chaud et d'air ambiant, et sont établies de manière appropriée dans l'installation. L'obtention d'air chaud à une température déterminée, est réalisée en introduisant dans la tubulure concernée, après le prélèvement d'air extérieur, un moyen de chauffage intégré de type connu de l'homme de l'art.

[0026] Au niveau du col (9) du convergent (4), la vitesse du flux est (V1) et la pression (P1). En sortie et en aval du convergent, se trouve donc disposé le divergent (10) qui débouche dans un mélangeur d'air secondaire (11) avec une chambre de stabilisation du flux unidimensionnel en température et en pression. Ce mélangeur d'air secondaire consiste à recevoir ainsi la base stabilisatrice (12) en température de l'air primaire, de diminuer la vitesse (V1) en vitesse (V2) par le divergent afin d'augmenter sa pression (P1) en pression (P2), en diminuant légèrement sa température pour stabiliser ce flux sur cette nouvelle pression (P2) et une nouvelle température. Dans cette phase, la vitesse (V2) est inférieure à (V1) et la pression (P2) supérieure à (P1) au niveau du divergent. Ledit mélangeur d'air secondaire (11) inclut dans la chambre de stabilisation (12) un vortex primaire (13) et, en extrémité de ladite chambre, un convergent (14) qui a pour but de diriger et de rétrécir le nouveau flux créé par le vortex primaire pour l'orienter en aval dans un vortex couches isobares (15).

[0027] Le vortex primaire (13) a pour fonction de transformer le flux à l'état initial linéaire en un flux à l'état de centrifugation à la fois linéaire et orbital. Le nouveau flux d'air ainsi créé reste stabilisé en température et en pression.

[0028] Le vortex primaire (13) présente une configuration cylindrique en étant maintenu de manière appropriée et fixement dans la chambre de stabilisation à l'aide de tout moyen de liaison. Le vortex primaire est conçu avec une structure comprenant des passages ou zones (13a) de circulation d'air à travers des parties d'épaisseur (13b) pleines, ces zones de circulation engendrant un effet de circulation en hélice. Le vortex primaire (13) comprend un contour périphérique (13c) permettant la création de l'air et radialement une pluralité de zones de circulation (13a) disposées en hélice et convergeant vers la partie centrale (13d) ouverte dudit vortex primaire. Le profil particulier des zones de circulation est établi curviligne (13e) pour donner un effet d'accélération et de guidage du flux, et ce à température constante. Le vortex primaire inclut, en bout des zones de circulation d'air, des parties spécifiques (13f) créées par calcul de triangles de vitesse pour accélérer le flux. Le vortex primaire (13) crée ainsi un mouvement tourbillonnaire, linéaire et orbital du flux. On a ainsi représenté aux figures 5 et 6 ledit vortex primaire (13). Le flux d'air est ainsi modulé. A cet instant, le flux d'air est tourbillonnaire à la fois linéaire et orbital à une température stable. La pression (P2) peut être variable et adaptée en fonction de l'air primaire obtenu en phase initiale.

-2- Phase seconde :

[0029] On décrit maintenant la phase suivante consistant dans la création d'une pression statique (P3) indépendante de la pression atmosphérique et on se réfère à la figure 7.

[0030] Le vortex couches isobares (15) se situe dans

l'alignement et le prolongement d'un mélangeur d'air secondaire (11) en extrémité du convergent (14) prévu en arrière de la chambre de stabilisation (12). La fonction du vortex couches isobares (15) est de créer une pression statique stabilisée du flux d'air qui le traverse. Il est constitué par une vis d'Archimède à pas variable. De manière particulière, ladite vis d'Archimède comprend plusieurs zones de pas variable et successivement une première zone à pas variable progressif (15a), puis une zone médiane à pas dégressif (15b) puis une zone finale à pas progressif (15c). L'air tourbillonnaire, en provenance du mélangeur secondaire (11), est donc amené à traverser, en partie, la vis d'Archimède (15) dont le diamètre est inférieur au diamètre de sortie du convergent (14) du mélangeur secondaire (11).

[0031] Le pas variable de ladite vis d'Archimède est déterminé après calcul en fonction de la moyenne annuelle des différentes couches isobariques indiquées par METEO FRANCE, sur une échelle de 0 à 4000 mètres d'altitude. Cette échelle est divisée en couche limitée à 100 mètres pour pouvoir créer la courbe adiabatique. La vis d'Archimède (15) est à position fixe. Elle est maintenue de toute manière appropriée par rapport à la structure-bâti de l'installation incluant un carter secondaire (17) concentrique au carénage extérieur (C).

[0032] Lors de la traversée de l'air tourbillonnaire, à un certain moment, la centrifugation du flux d'air échappe au contrôle de la vis d'Archimède (15) créant une volute (18) divergente allant du niveau négatif (N-) au niveau positif (N+) de la zone de pression (figure 7). A partir de cet instant, on constate une vitesse de flux, une température et une pression (P3) stabilisées.

[0033] La zone de pression (P3) est constamment vérifiée à l'aide de capteurs (19) de température, d'hygrométrie, de pression et de vitesse. Les capteurs sont disposés autour de la zone de réception de la vis d'Archimède (15) en étant fixés de toute manière appropriée. Ces capteurs peuvent se déplacer sur une surface guide (19a), parallèles à la vis d'Archimède et permettant les mesures.

[0034] Au cas où une couche isobarique augmenterait ou diminuerait, les capteurs (19) concernés réguleraient les électrovannes (7) antérieures afin de modifier les paramètres du flux d'air primaire.

[0035] Les différents capteurs (19) sont reliés à un système de gestion intégré assurant des relevés constants et selon des périodicités déterminées pouvant être de l'ordre de 50 millisecondes.

[0036] Ainsi l'air en provenance du vortex primaire (13) est soumis, par le biais de la vis d'Archimède (15), à une nouvelle accélération jusqu'à la naissance de la volute (18). Le flux unidimensionnel linéaire et orbital, à cet instant, est stable en température, en vitesse et en pression.

-3- Phase troisième :

[0037] Il convient maintenant d'exposer la troisième phase opératoire du procédé qui consiste dans les

moyens permettant la fabrication d'un noyau support en glace du flocon de neige à obtenir. Pour cela on se réfère aux figures 8 à 12.

[0038] Cette phase implique une double action, d'une part une action sur le flux pour créer un phénomène de dépression tourbillonnaire et pulsatoire, et d'autre part la création du noyau support. A cet effet, à la sortie du vortex couches isobares (15), avec vis d'Archimède, se situe dans le prolongement axial un vortex secondaire basse pression (16). Celui-ci a pour but de transformer le flux d'air unidimensionnel de centrifugation hélicoïdal arrivant autour de l'axe géométrique (X-X) en un flux d'air formant une spirale hélicoïdale tournant autour de l'axe géométrique (Z-Z) afin de créer une zone géographique tourbillonnaire et pulsatoire. Pour cela, à partir de la structure portante, sont disposés deux étages de pales (20) et (21) profilées, disposées en cercle et concentriques. Le premier étage de pales (20) concerne les basses pressions, et le cercle supérieur entourant la première série de pales (20) prévoit une autre série de pales (21) en intervention haute pression pour les champs pulsatoires. La fixation des pales à la structure bâtie est établie de toute manière appropriée. Le profil des pales (20) et (21) est identique aux deux étages avec une partie centrale curviligne (20a) et (21a) se prolongeant de part et d'autre par deux panneaux (20b et 20c), (21b et 21c) curvilignes orientés en sens opposé en donnant un effet d'hélices. La configuration des dites pales (20 et 21) est établie pour permettre la circulation du flux et la transformation de son mouvement de l'axe (X-X) à l'axe (Z-Z). Les pales (20 et 21) sont disposées fixement à l'intérieur d'un convergent (22).

[0039] Autour du vortex secondaire basse pression (16), est prévu un mélangeur d'air secondaire et base de saturation. Ce mélangeur a pour fonction de créer un choc thermique par la rencontre du flux d'air sous forme de champ tourbillonnant pulsatoire avec l'adjonction d'air saturé à 95 % de gouttelettes d'eau pour la production des noyaux support de glace.

[0040] Plus particulièrement, une nourrice (24) d'alimentation d'air saturé en gouttelettes est disposée autour du vortex secondaire basse pression (16), et des conduits (25) débouchent dans ledit convergent (22) en aval des deux rangées étagées de pales (20 et 21).

[0041] La température du flux d'air en provenance du vortex couches isobares est positive, tandis que la température de l'air saturé en provenance de la nourrice d'alimentation (24) est négative en étant en dépression. La taille des gouttelettes est définie par le passage au-travers d'un filtre calibré (non représenté) pouvant être réglé constamment. Le choc thermique dans la rencontre des champs tourbillonnants pulsatoires et de l'air saturé à 95 % des gouttelettes d'eau, va provoquer la production des noyaux de glace qui seront entraînés au centre des champs tourbillonnaires dus à l'inégalité des pressions internes.

[0042] En aval du vortex secondaire basse pression (16), est disposé le vortex secondaire haute pression

(26). Il est constitué également par deux rangées de pales fixes (27 - 28) profilées disposées en cercle étagées et concentriques, les pales ayant des profils identiques à celles du vortex secondaire basse pression. Lesdites pales (27 - 28) se trouvent à l'intérieur d'un convergent (29) et sont solidarisées et fixées, de toute manière appropriée, à celui-ci. Les triangles de vitesse du vortex secondaire haute pression (26) provoquent la centrifugation des noyaux de glace dans les champs tourbillonnaires les plaçant ainsi dans la zone de pression statique contrôlée. Le vortex secondaire haute pression (26) redirige le flux d'air établi autour de l'axe géométrique (Z-Z) en un flux d'air cylindrique constant selon l'axe (X-X). Ainsi, le noyau support de glace transite dans un champ cylindrique stable. On a représenté à la figure 12 les courbes de circulation du flux tourbillonnaire au contact des pales du vortex secondaire haute pression.

-4- Phase quatrième :

[0043] La phase suivante consiste dans la fabrication du flocon de neige, selon les figures 13 à 15 et 19.

[0044] La déviation des champs tourbillonnaires par les différentes pales des vortex secondaires à basse et haute pressions, va s'opérer selon deux flux d'air linéaires, à vitesse constante, correspondant à chaque étage des pales desdits vortex, mais à des pressions et à des températures différentes. Ainsi, on obtiendra une dissociation des champs tourbillonnaires et des noyaux de glace pour qu'ils se présentent face au mélangeur (27) des champs tourbillonnaires à dépression en avant de la phase précédente.

[0045] Lors de l'écoulement des champs tourbillonnaires contenant les noyaux de glace au-travers des mélangeurs à dépression, la différence de densité entre les deux flux d'air provoque l'éclatement des champs tourbillonnaires libérant les noyaux de glace ainsi qu'une légère élévation de température autour de ceux-ci. Une mince pellicule d'eau va se former à la périphérie de chaque noyau de glace et préparer ainsi chaque noyau support pour la procédure de nucléation.

[0046] A cet effet, on dispose, en aval des vortex secondaires à basse et haute pressions, une source d'alimentation (23) en vapeur d'eau froide obtenue par mise sous vide constante du réservoir cryogénique (34) contenant l'eau de production. La vapeur d'eau froide obtenue traverse un courant d'air à - 40°C provenant dudit vortex basse pression spécifique créant un flux chaud et une source froide à l'intérieur du mélangeur à dépression, ce qui provoque la cristallisation en aiguilles de cette vapeur qui viennent se souder par échange thermique sur la pellicule d'eau enrobant le noyau de glace. Il y a donc fixation desdites aiguilles sur chaque noyau de glace considéré et obtention des flocons de neige. La qualité et la consistance des flocons de neige peuvent être adaptées en modifiant automatiquement ou non le calibre du filtre de vapeur d'eau froide introduit dans la source d'alimentation (23) et en augmentant ou en diminuant la pres-

sion statique interne de la chambre de dépression. A cet effet, une batterie de divergents (33) est disposée en aval de la phase de nucléation. Ces divergents sont montés en étoile sur un vérin de commande (non représenté) dont le cylindre est solidaire de la structure du bâti. Cela permet de faire varier la pression stabilisée à la sortie du canon à neige et donc la taille du flocon selon la flèche (F). L'ensemble des flocons de neige ainsi fabriqué peut alors être transporté dans la veine gazeuse du flux unidimensionnel puis évacué.

-5- Phase cinquième :

[0047] Le transport des flocons de neige ainsi fabriqués s'effectue par la mise en place en aval de l'installation d'un diffuseur basse pression (30) et d'un diffuseur haute pression (31) et l'expulsion des flocons, se traduit par échange de pression des flux d'air haute pression et basse pression. Le diffuseur haute pression (31) fonctionne à basse vitesse et est situé à la périphérie des deux flux d'air. Il a pour rôle de refroidir le flux haute pression retenant les flocons de neige et de constituer une veine gazeuse protégée par le tunnel froid (32) provenant du compresseur initial basse pression. Le tunnel d'air froid expulse, à une vitesse, une pression telle qu'elle ne peut subir de changement de direction en dépit des vents latéraux extérieurs. Les flocons de neige centrés à partir du diffuseur à haute pression sont donc correctement projetés à l'extérieur.

[0048] Les avantages du procédé et de l'installation sont nombreux.

[0049] Tout d'abord le concept développé par l'installation qui est de fabriquer la neige à partir et dans une enceinte autonome ouverte mais indépendante de l'environnement extérieur et de ses contraintes, permet de fabriquer les flocons de neige à une température indépendante de la température extérieure.

[0050] L'enceinte autonome ouverte est établie avec une spécificité donnée de pression, de température et s'affranchit totalement de l'environnement extérieur.

[0051] Le principe de cette innovation est considérable car on reproduit, dans l'enceinte autonome ouverte, les conditions climatiques à haute altitude.

[0052] La qualité de la neige est améliorée pour les raisons suivantes :

- le fait de fabriquer un noyau support de glace sur lequel se fixent ensuite les aiguilles glacées permet un échange thermique entre eux et une durabilité plus longue des flocons ;
- on peut faire varier la densité des flocons de neige en agissant sur les phases du procédé ;
- la sélection des flocons, en fonction de leurs caractéristiques, peut être un élément favorable pour tenir compte de l'environnement extérieur pour la mise en oeuvre de chaque installation.

[0053] Une plus grande longévité est obtenus du fait

que les flocons de neige sont exempts d'impuretés et de particules qui se trouvent habituellement dans l'air extérieur.

[0054] Le volume de l'installation est peu important puisqu'il est d'environ 2 mètres 70 de longueur ou 3 mètres 50 avec l'ensemble de motorisation. Le diamètre d'entrée de l'installation est d'environ 1 mètre et la sortie, au niveau du diffuseur, de l'ordre de 1 mètre 50. Le réservoir cryogénique contenant de l'eau à une température de - 1 à 2°C est sous vide, de sorte qu'il n'y a pas de gel. L'installation est compacte et performante.

[0055] Sur le plan économique et environnemental, la quantité d'eau nécessaire pour la fabrication de neige selon l'invention est réduite et est divisée par trois.

[0056] L'interface de gestion du canon à neige peut être raccordé à une interface informatique avec une gestion simplifiée.

[0057] Le système de transport du flocon comparé à une expulsion classique permet une projection des flocons sur des distances allant de 5 à 10 fois les distances obtenues selon l'art antérieur.

[0058] La nucléation faite à l'intérieur de l'enceinte autonome permet la fabrication d'un véritable flocon de neige parfaitement maîtrisé à l'inverse des grains de glace obtenus selon l'art antérieur, la nucléation s'effectuant à l'extérieur d'une manière difficilement maîtrisée.

[0059] Un autre avantage réside en ce que tous les composants internes de ce canon sont à position fixe dans une structure-bâti, à l'exception de la batterie de divergents situés après la nucléation, et du compresseur.

[0060] La structure-bâti est faite en chaudronnerie de conception classique.

Revendications

1. Procédé de fabrication de neige artificielle dans une enceinte du type mettant en oeuvre des phases de transformation d'un flux d'air linéaire en un flux tourbillonnaire, une phase de fabrication d'un noyau support de glace du flocon de neige à obtenir, une phase de création du flocon de neige par nucléation, une évacuation des flocons en milieu extérieur, le procédé étant **caractérisé en ce qu'il** consiste à reproduire in situ dans une enceinte autonome ouverte s'affranchissant des conditions climatiques extérieures de la neige artificielle, en reproduisant les conditions d'élaboration de la neige en haute atmosphère, dans une fourchette de température entre - 30° C et + 15° C, et **en ce qu'il** met en oeuvre, en outre, les phases suivantes :

- on crée un flux unidimensionnel stable, à une température indépendante de la température extérieure, qui est travaillé pour être adressé dans un vortex isobares pour sa transformation en un flux à l'état de centrifugation linéaire et

- orbital stabilisé en température et en pression,
- on procède à la création d'une pression statique indépendante de la pression atmosphérique, avec une accélération de la vitesse du flux,
 - le flux engendré est soumis à un phénomène de dépression tourbillonnaire et pulsatoire avec une modification de son axe géométrique en partant d'un axe (X-X) à un axe (Z-Z),
 - on procède à la fabrication du noyau support de glace en introduisant de l'air saturé à 95 % de gouttelettes d'eau et en créant un choc thermique dans la rencontre des champs tourbillonnaires pulsatoires et de l'air saturé à 95 %,
 - on procède au positionnement des noyaux de glace dans les champs tourbillonnaires dans la zone de pression statique,
 - on procède au repositionnement du flux d'air selon l'axe (X-X) dans un champ cylindrique,
 - on procède à la dissociation des champs tourbillonnaires des noyaux supports de glace en entraînant une augmentation de température faisant apparaître une pellicule d'eau sur chaque noyau de glace,
 - on introduit par une source d'alimentation de la vapeur d'eau froide entraînant la cristallisation en aiguilles de cette vapeur, lesdites aiguilles se soudant par échanges thermiques sur la pellicule d'eau enrobant chaque noyau de glace permettant l'obtention de flocons de neige,
 - on évacue les flocons de neige à l'extérieur, transportés par la veine gazeuse stable du flux unidimensionnel.
2. Installation pour la fabrication de neige artificielle mettant en oeuvre le procédé, selon la revendication 1, comprenant différents moyens incorporés dans une enceinte autonome ouverte présentant un carénage unique disposé in situ dans un lieu de production de neige artificielle, certains desdits moyens pour créer un flux linéaire et se transformant en un flux tourbillonnaire, des moyens permettant la fabrication d'un noyau support de glace du flocon de neige à obtenir, des moyens permettant la création du flocon de neige par nucléation, des moyens permettant l'évacuation des flocons de neige en milieu extérieur, l'installation étant **caractérisée en ce qu'**elle comprend, en combinaison dans une enceinte autonome ouverte disposée in situ dans le lieu de production de la neige artificielle, les moyens suivants :
- des moyens incluant un compresseur basse pression (1) un compresseur haute pression (2), un mélangeur d'air primaire (3), un convergent (4), un divergent (10), un mélangeur d'air secondaire (11) un vortex primaire (13), un convergent (14) un vortex couches isobares (15) pour créer un flux unidimensionnel à température indépen-

dante de la température extérieure, et la transformation du flux linéaire en un flux tourbillonnaire,

- le moyen (15) sous forme de vis d'Archimède à pas variable permettant la création d'une pression statique stabilisée indépendante de la pression atmosphérique,
- des moyens incluant un vortex secondaire basse pression (16) des étages de pales fixes (20-21), un mélangeur d'air secondaire et base de saturation (22), un vortex secondaire haute pression 26, permettant la fabrication d'un noyau support de glace du flocon de neige à obtenir, à partir d'une double action sur le flux en créant un phénomène de dépression tourbillonnaire et pulsatoire et en créant le noyau support,
- des moyen (27, 28, 29, 33) permettant la création du flocon de neige par nucléation, selon deux flux d'air linéaire à vitesse constante à dépression et température différentes, avec une source d'alimentation (23) en vapeur d'eau froide obtenue par mise sous vide d'un réservoir cryogénique contenant l'eau de production,
- des moyens (30, 31, 32) permettant l'évacuation des flocons de neige en milieu extérieur, transportés par la veine gazeuse stable du flux unidimensionnel, à l'aide de diffuseurs basse et haute pression, les flocons de neige étant centrés à partir de diffuseur haute pression.

3. Installation, selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** ladite enceinte est disposée par rapport au dessus ou près d'un réservoir cryogénique à plateaux permettant l'alimentation en eau dans certaines phases du procédé.
4. Installation selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** les moyens permettant la création du flux unidimensionnel sont constitués par un compresseur basse pression (1) avec turbine (1a) disposé en amont de l'installation et entourant un compresseur haute pression (2), et **en ce que** le compresseur haute pression est étagé avec des sections dégressives pour déboucher sur un convergent (4) autorisant l'accélération du flux d'air haute pression, ledit convergent présentant en extrémité un col (8) sur lequel est disposé un divergent (10) définissant le début du circuit secondaire.
5. Installation selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le convergent (4) est aménagé dans sa partie médiane pour recevoir deux tubulures (5) et (6) débouchantes autorisant l'adjonction d'air ambiant ou d'air chaud, et **en ce que** des électro-vannes (7) sont intégrées dans le convergent dans le sens axial pour autoriser la régulation des flux.

6. Installation selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le divergent (10) débouche dans un mélangeur d'air secondaire (11) comprenant une chambre (12) de stabilisation du flux unidimensionnel et incluant un vortex primaire (13), et **en ce que** le mélangeur (11) présente en extrémité un convergent (14) rétrécissant le flux créé par le vortex primaire pour l'orienter en aval dans un vortex couches isobares (15). 5
7. Installation selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le vortex primaire est conçu à partir d'une structure cylindrique comprenant des passages (13a) de circulation d'air à travers des parties d'épaisseur (13b) pleines et engendrant un effet de circulation en hélice, ledit vortex (13) comprenant un contour périphérique (13c) et une partie centrale (13d) ouverte, les zones de circulation (13a) allant de l'une à l'autre et présentant un profil curviligne (13e) pour donner un effet d'accélération et de guidage de flux à température constante, et **en ce que** les zones de circulation présentent des parties spécifiques créées par le calcul de triangles de vitesse (13f), ledit vortex primaire créant un mouvement tourbillonnaire linéaire et orbital du flux. 10
8. Installation selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le vortex couches isobares (15) dans l'alignement et le prolongement du mélangeur d'air secondaire a pour fonction de créer une pression statique stabilisée du flux d'air qui le traverse, ledit vortex étant constitué par une vis d'Archimède à pas variable. 15
9. Installation selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** la vis d'Archimède comprend une première zone à pas variable progressive (15a), puis une zone médiane à pas dégressif (15b), puis une zone finale à pas progressif (15c). 20
10. Installation selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** des capteurs (19) de température d'hygrométrie, de pression et de vitesse sont disposés autour de la vis d'Archimède (15), et sont montés sur des surfaces guides parallèles à ladite vis d'Archimède. 25
11. Installation selon la revendication 6, **caractérisée en ce qu'à** la sortie du vortex couches isobares est disposé un vortex secondaire basse pression (16) ayant pour fonction de transformer le flux d'air unidimensionnel de centrifugation hélicoïdale arrivant sur l'axe (X-X) en une spirale tournant autour de l'axe (Z-Z) pour créer un effet tourbillonnaire et pulsatoire. 30
12. Installation selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** le vortex secondaire basse pression comprend deux étages de pales fixes (20) et (21) profilées disposées en cercle et concentriques, le premier étage de pale (20) concernant les basses pressions, et le cercle supérieur les hautes pressions, et **en ce que** le profil des pales est établi avec une partie centrale curviligne se prolongeant de part et d'autre par des panneaux curvilignes orientés en sens opposé en donnant un effet d'hélice, et **en ce que** la configuration des pales permet la transformation du mouvement de l'axe (X-X) à l'axe (Z-Z). 35
13. Installation selon la revendication 11, **caractérisée en ce qu'autour** du vortex secondaire à basse pression (16) est disposé un mélangeur d'air secondaire et base de saturation (22) ayant pour fonction de créer un choc thermique par la rencontre d'un flux d'air sous forme de champs tourbillonnants pulsatoires avec l'adjonction d'air saturé à 95 % de gouttelettes pour la production de noyaux supports de glace. 40
14. Installation selon la revendication 13, **caractérisée en ce qu'elle** comprend une nourrice (24) d'alimentation d'air saturé disposée autour du vortex secondaire basse pression (16), et **en ce que** des conduits (25) débouchent dans un convergent entourant les pales (20) et (21) du vortex secondaire basse pression. 45
15. Installation selon la revendication 11, **caractérisée en ce qu'en** aval du vortex secondaire basse pression, est disposé un vortex secondaire haute pression (26) constitué de deux rangées de pales fixes (27) et (28) disposées en cercles étagés et concentriques, ledit vortex secondaire haute pression redirigeant le flux d'air établi autour de l'axe (Z-Z) en un flux d'air autour de l'axe (X-X). 50
16. Installation selon la revendication 15, **caractérisée en ce que** les pales des vortex secondaires à basse et haute pression entraînent la déviation des champs tourbillonnaires à des pressions et températures différentes pour leur dissociation avec les noyaux de glace obtenus, et l'obtention d'une pellicule d'eau autour de chaque noyau de glace, et **en ce qu'en** aval des vortex secondaires à basse et haute pression est disposée une source d'alimentation (23) en vapeur d'eau froide obtenue par mise sous vide dans le réservoir cryogénique, ladite vapeur d'eau froide provoquant la cristallisation en aiguilles lors de son transfert pour enrober chaque noyau de glace en vue de l'obtention des flocons de neige. 55
17. Installation, selon la revendication 16, **caractérisée en ce qu'elle** comprend une batterie de divergents (33) disposée en aval de la phase de nucléation.
18. Installation selon la revendication 17, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un diffuseur basse pression

(30) et un diffuseur haute pression (31) permettant l'expulsion vers l'extérieur desdits flocons de neige.

Claims

1. Method for fabricating artificial snow in a chamber of the type using phases for converting a linear air flow into a turbulent flow, a phase of fabricating an ice support nucleus of the snowflake to be obtained, a phase of creating the snowflake by nucleation, a removal of the snowflakes to the external environment, the method being **characterized in that** it consists in reproducing in situ artificial snow in an open self-contained chamber regardless of the outdoor climatic conditions, by reproducing the conditions of production of snow in the upper atmosphere, in a temperature range between -30°C and 15°C, and **in that** it further employs the following phases:

- a stable unidimensional flow is created, at a temperature independent of the outdoor temperature, which is processed to be sent into an isobaric vortex for its conversion into a flow in the state of linear and orbital centrifugation stabilized in temperature and in pressure,
- a static pressure is created independent of the atmospheric pressure, with an acceleration of the velocity of the flow,
- the flow generated is subjected to a turbulent and pulsed negative pressure, with a modification of its geometric axis by shifting from a (X-X) axis to a (Z-Z) axis,
- the ice support nucleus is fabricated by introducing air saturated to 95% with water droplets and by creating a thermal shock in the collision of the pulsed turbulent fields and the 95% saturated air,
- the ice nuclei are repositioned in the turbulent fields in the static pressure zone,
- the air flow is repositioned along the (X-X) axis in a cylindrical field,
- the turbulent fields are dissociated from the ice support nuclei by creating an increase in temperature that causes a film of water to appear on each ice nucleus,
- cold water vapour is introduced by a supply source, causing this vapour to crystallise into needles, the said needles being welded by heat exchange to the water film coating each ice nucleus for obtaining snowflakes,
- the snowflakes are removed to the exterior, transported by the stable gas stream of the unidimensional flow.

2. Installation for the fabrication of artificial snow using the method, according to Claim 1, comprising various means incorporated in an open self-contained

chamber having a single frame placed in situ in an artificial snow production location, some of the said means for creating a linear flow and being converted into a turbulent flow, means for fabricating an ice support nucleus for the snowflake to be obtained, means for creating the snowflake by nucleation, means for removing the snowflakes to the external environment, the installation being **characterized in that** it comprises, in combination in an open self contained chamber placed in situ in the artificial snow production location, the following means:

- means including a low pressure compressor (1), a high pressure compressor (2), a primary air mixer (3), a convergent nozzle (4), a divergent nozzle (10), a secondary air mixer (11), a primary vortex (13), a convergent nozzle (14), a isobaric layer vortex (15) for creating a unidimensional flow at a temperature independent of the outdoor temperature, and the conversion of the linear flow into a turbulent flow,
- means (15) in the form of a variable pitch Archimedes screw allowing the creation of a stabilised static pressure independent of the atmospheric pressure,
- means including a low pressure secondary vortex (16), stages of fixed blades (20-21), a secondary air mixer and saturation base (24), a high pressure secondary vortex (26) for fabricating an ice support nucleus for the snowflake to be obtained, by a dual action on the flow by creating a turbulent and pulsed negative pressure and by creating the support nucleus,
- means (27, 28, 29, 33) for creating the snowflake by nucleation, along two linear air flows at constant velocity at different negative pressure and temperature, with a supply source (23) of cold water vapour obtained by applying a vacuum to a cryogenic tank containing process water,
- means (30, 31, 32) for removing the snowflakes to the external environment, transported by the stable gas stream of the unidimensional flow, by means of low and high pressure diffusers, the snowflakes being centred from the high pressure diffuser.

3. Installation, according to Claim 2, **characterized in that** the said chamber is placed above or near a cryogenic tank with trays, for supplying water to certain phases of the method.

4. Installation according to Claim 2, **characterized in that** the means for creating the unidimensional flow consist of a low pressure compressor (1) with turbine (1a) placed upstream of the installation and surrounding a high pressure compressor (2), and **in that** the high pressure compressor is staged with tapered

sections to discharge into a convergent nozzle (4) for accelerating the high pressure air flow, the said convergent nozzle having an end neck (8) on which a divergent nozzle (10) is placed, defining the start of the secondary circuit.

5. Installation according to Claim 4, **characterized in that** the convergent nozzle (4) is arranged in its median portion for accommodating two discharge nozzles (5) and (6) allowing the addition of ambient air or warm air, and **in that** solenoid valves (7) are integrated in the convergent nozzle in the axial direction for regulating the flows.

6. Installation according to Claim 5, **characterized in that** the divergent nozzle (10) discharges into a secondary air mixer (11) comprising a chamber (12) for stabilising the unidimensional flow and including a primary vortex (13), and **in that** the mixer (11) has an end convergent nozzle (14) narrowing the flow created by the primary vortex to orient it downstream into an isobaric layer vortex (15).

7. Installation according to Claim 6, **characterized in that** the primary vortex is designed from a cylindrical structure comprising passages (13a) for air flow through solid thick parts (13b) and generating a spiral flow effect, the said vortex (13) comprising a peripheral contour (13c) and an open central portion (13d), the flow zones (13a) going from one to the other and having a curved profile (13e) to give the flow an acceleration and guidance effect at constant temperature, and **in that** the flow zones have specific portions created by the design of velocity triangles (13f), the said primary vortex creating a linear and orbital turbulent movement of the flow.

8. Installation according to Claim 6, **characterized in that** the isobaric layer vortex (15) in the alignment and the prolongation of the secondary air mixer has the function of creating a stabilised static pressure of the air flow passing through it, the said vortex consisting of a variable pitch Archimedes screw.

9. Installation according to Claim 8, **characterized in that** the Archimedes screw comprises a first progressive variable pitch zone (15a) followed by a tapered pitch median zone (15b), followed by a progressive pitch final zone (15c).

10. Installation according to Claim 8, **characterized in that** temperature, humidity, pressure and velocity sensors (19) are placed around the Archimedes screw (15), and are mounted on guide surfaces parallel to the said Archimedes screw.

11. Installation according to Claim 6, **characterized in that** at the outlet of the isobaric layer vortex, a low

pressure secondary vortex (16) is disposed having the function of converting the unidimensional air flow having a helical centrifugation reaching the (X-X) axis into a spiral rotating about the (Z-Z) axis to create a turbulent and pulsed effect.

12. Installation according to Claim 11, **characterized in that** the low pressure secondary vortex comprises two stages of fixed profiled blades (20) and (21) placed in a circle and concentric, the first blade stage (20) concerning the low pressures, and the upper circle the high pressures, and **in that** the blade profile is established with a curved central portion extending on either side via curved panels oriented in opposite directions and yielding a propeller effect, and **in that** the configuration of the blades allows the conversion of the movement from the (X-X) axis to the (Z-Z) axis.

13. Installation according to Claim 11, **characterized in that** around the low pressure secondary vortex (16), a secondary air mixer and saturation base (22) is placed having the function of creating a thermal shock by the collision of an air flow in the form of pulsed turbulent fields with the addition of air saturated to 95% with droplets for producing ice support nuclei.

14. Installation according to Claim 13, **characterized in that** it comprises a saturated air feed tank (24) placed around the low pressure secondary vortex (16), and **in that** ducts (25) discharge into a convergent nozzle surrounding the blades (20) and (21) of the low pressure secondary vortex.

15. Installation according to Claim 11, **characterized in that** downstream of the low pressure secondary vortex, a high pressure secondary vortex (26) is placed, consisting of two rows of fixed blades (27) and (28) placed in staged and concentric circles, the said high pressure secondary vortex rerouting the air flow established around the (Z-Z) into an air flow around the (X-X) axis.

16. Installation according to Claim 15, **characterized in that** the blades of the low and high pressure secondary vortices cause the deviation of the turbulent fields at different pressures and temperatures for their dissociation with the ice nuclei obtained, and the production of a film of water around each ice nucleus, and **in that** downstream of the low and high pressure secondary vortices, a supply source (23) is placed of cold water vapour obtained by creating a vacuum in the cryogenic tank, the said cold water vapour causing the crystallisation into needles during its transfer to coat each ice nucleus for obtaining the snowflakes.

17. Installation, according to Claim 16, **characterized**

in that it comprises an array of divergent nozzles (33) placed downstream of the nucleation phase.

18. Installation according to Claim 17, **characterized in that** it comprises a low pressure diffuser (30) and a high pressure diffuser (31) for expelling the said snowflakes to the exterior.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Kunstschnee in einem Behälter, des Typs, bei dem die Phasen der Transformation eines geradlinigen Luftstroms in einen Wirbelstrom, eine Phase des Herstellens eines Eisträgerkerns der zu erhaltenden Schneeflocke, eine Phase des Erzeugens der Schneeflocke durch Nukleation und eine Abführung der Flocken in das äußere Medium ausgeführt werden, wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet ist, dass** es darin besteht, vor Ort in einem offenen eigenständigen Behälter, der von den äußeren klimatischen Bedingungen unabhängig ist, Kunstschnee in einem Temperaturbereich von -30 °C bis +15 °C zu reproduzieren, indem die Entstehungsbedingungen von Schnee in hoher Atmosphäre nachgebildet werden, und dass es außerdem die folgenden Phasen ausführt:

- Erzeugen eines stabilen eindimensionalen Stroms mit einer von der äußeren Temperatur unabhängigen Temperatur, der geeignet ist, in einen Wirbelerzeuger mit isobaren Schichten eingeleitet zu werden, um ihn in einen Strom, der in einem Zustand mit umlaufender und geradliniger Zentrifugalbewegung ist, die hinsichtlich Temperatur und Druck stabilisiert ist, zu transformieren,
- anschließend Aufbauen eines statischen Drucks, der von dem Atmosphärendruck unabhängig ist, was mit einer Erhöhung der Geschwindigkeit des Stroms einhergeht,
- Unterwerfen des erzeugten Stroms unter ein wirbelartiges und impulsartiges Unterdruckphänomen mit einer Veränderung seiner geometrischen Achse, ausgehend von einer Achse (X-X) zu einer Achse (Z-Z),
- dann Herstellen des Eisträgerkerns durch Einführen von mit 95 % Wassertröpfchen gesättigter Luft und durch Erzeugen eines thermischen Schocks beim Aufeinandertreffen impulsartiger Wirbelfelder und der mit 95 % gesättigten Luft,
- anschließend Positionieren der Eiskerne in den Wirbelfeldern in der Zone mit statischem Druck,
- anschließend Umordnen des Luftstroms längs der Achse (X-X) in ein zylindrisches Feld,
- anschließend Trennen der Wirbelfelder von

den Eisträgerkernen durch Bewirken einer Erhöhung der Temperatur, was das Auftreten eines Wasserfilms auf jedem Eiskern zur Folge hat,

- Einleiten von kaltem Wasserdampf durch eine Versorgungsquelle, was die Kristallisation dieses Dampfs in Nadeln zur Folge hat, wobei die Nadeln durch Wärmeaustausch auf dem Wasserfilm, der jeden Eiskern umhüllt, verschmelzen, was die Erhaltung von Schneeflocken ermöglicht,

- Abführen der Schneeflocken nach außen, indem sie durch die stabile Gasströmung des eindimensionalen Stroms transportiert werden.

2. Installation zum Herstellen von Kunstschnee, die das Verfahren nach Anspruch 1 ausführt, mit verschiedenen Mitteln, die in einen offenen eigenständigen Behälter eingebaut sind, der eine einzige Verkleidung aufweist, die vor Ort an einer Kunstschnee-Produktionsstelle angeordnet wird, wobei bestimmte dieser Mittel einen geradlinigen Strom erzeugen, der in einen Wirbelstrom transformiert wird, und mit Mitteln, die die Herstellung eines Eisträgerkerns der zu erhaltenden Schneeflocke ermöglichen, Mitteln, die die Erzeugung der Schneeflocke durch Nukleation ermöglichen, und Mitteln, die die Abführung der Schneeflocken in das äußere Medium ermöglichen, wobei die Installation **dadurch gekennzeichnet ist, dass** sie in Kombination in einem offenen eigenständigen Behälter, der vor Ort an der Kunstschnee-Produktionsstelle angeordnet ist, die folgenden Mittel umfasst:

- Mittel, die einen Niederdruckkompressor (1), einen Hochdruckkompressor (2), einen Primärluftmischer (3), eine Konvergiereinrichtung (4), eine Divergiereinrichtung (10), einen Sekundärluftmischer (11), einen Primärwirbelerzeuger (13), eine Konvergiereinrichtung (14) und einen Wirbelerzeuger (15) mit isobaren Schichten enthalten, um einen eindimensionalen Strom mit einer von der äußeren Temperatur unabhängigen Temperatur und die Transformation des geradlinigen Stroms in einen Wirbelstrom hervorzurufen,
- ein Mittel (15) in Form einer archimedischen Schraube mit variabler Steigung, die die Erzeugung eines vom Atmosphärendruck unabhängigen stabilisierten statischen Drucks ermöglicht,
- Mittel, die einen Niederdruck-Sekundärwirbelerzeuger (16) mit Stufen mit festen Blättern (20-21), einen Sekundärluft- und Sättigungsbaasis-Mischer (22) und einen Hochdruck-Sekundärwirbelerzeuger (26) enthalten und die Herstellung eines Eisträgerkerns der zu erhaltenden Schneeflocke ausgehend von einer Doppelwirkung auf den Strom ermöglichen, indem

- ein wirbelartiges und impulsartiges Unterdruckphänomen erzeugt wird und indem der Trägerkern erzeugt wird,
 - Mittel (27, 28, 29, 33), die die Erzeugung der Schneeflocke durch Nukleation längs zweier geradliniger Luftströme mit konstanter Geschwindigkeit und unterschiedlichem Unterdruck und unterschiedlicher Temperatur mit einer Kaltwasserdampf-Versorgungsquelle (23), die durch Bringen eines Produktionswasser enthaltenden Kryovorratsbehälters in Vakuum erhalten wird, ermöglichen,
 - Mittel (30, 31, 32), die mit Hilfe von Niederdruck- und Hochdruck-Diffusoren die Abführung der Schneeflocken in das äußere Medium ermöglichen, die dabei durch die stabile gasförmige Strömung des eindimensionalen Stroms transportiert werden, wobei die Schneeflocken ab dem Hochdruckdiffusor zentriert sind.
3. Installation nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter über einem oder nahe bei einem Kryovorratsbehälter mit Platten angeordnet ist, was die Versorgung mit Wasser in bestimmten Phasen des Verfahrens ermöglicht.
 4. Installation nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel, die die Erzeugung des eindimensionalen Stroms ermöglichen, durch einen Niederdruckkompressor (1) mit Turbine (1a), der stromaufseitig von der Installation angeordnet ist und einen Hochdruckkompressor (2) umgibt, gebildet sind und dass der Hochdruckkompressor stufenförmig angeordnet ist, mit degressiven Abschnitten, um in eine Konvergiereinrichtung (4) zu münden, die die Beschleunigung des Hochdruck-Luftstroms zulässt, wobei die Konvergiereinrichtung ein Halsende (8) aufweist, an dem eine Divergiereinrichtung (10) angeordnet ist, die den Beginn des Sekundärkreises definiert.
 5. Installation nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Konvergiereinrichtung (4) in ihrem Mittelteil so beschaffen ist, dass sie zwei Rohrleitungen (5) und (6) aufnimmt, die in ihn münden und die Hinzufügung von Umgebungsluft oder von heißer Luft zulassen, und dass in die Konvergiereinrichtung in axialer Richtung Elektroventile (7) integriert sind, um die Regulierung des Stroms zuzulassen.
 6. Installation nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Divergiereinrichtung (10) in einen Sekundärluftmischer (11) mündet, der eine Kammer (12) für die Stabilisierung des eindimensionalen Stroms aufweist und einen Primärwirbelerzeuger (13) enthält, und dass der Mischer (11) am Ende eine Konvergiereinrichtung (14) aufweist, die den durch den Primärwirbelerzeuger erzeugten Strom einschnürt, um ihn stromabseitig in einen Wirbelerzeuger (15) mit isobaren Schichten zu lenken.
 7. Installation nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Primärwirbelerzeuger ausgehend von einer zylindrischen Struktur gebildet ist, die Luftzirkulationsdurchlässe (13a) durch massive Teile (13b) aufweist und eine schraubenlinienförmige Zirkulationswirkung hervorruft, wobei der Wirbelerzeuger (13) einen Umfangsumriss (13c) und einen offenen Mittelteil (13d) aufweist, wobei die Zirkulationszonen (13a) von dem einen zu dem anderen verlaufen und ein gekrümmtes Profil (13e) besitzen, um für den Strom mit konstanter Temperatur eine Beschleunigungs- und Führungswirkung zu schaffen, und dass die Zirkulationszonen bestimmte Teile aufweisen, die durch die Berechnung von Geschwindigkeitsdreiecken (13f) erzeugt werden, wobei der Primärwirbelerzeuger eine geradlinige und umlaufende Wirbelbewegung des Stroms erzeugt.
 8. Installation nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wirbelerzeuger (15) mit isobaren Schichten, der auf den Sekundärluftmischer ausgerichtet ist und sich in dessen Verlängerung befindet, die Funktion hat, einen stabilisierten statischen Druck des Luftstroms, der ihn durchquert, zu erzeugen, wobei der Wirbelerzeuger durch eine archimedische Schraube mit veränderlicher Steigung gebildet ist.
 9. Installation nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die archimedische Schraube eine erste Zone mit progressiver veränderlicher Steigung (15a), dann eine Mittelzone (15b) mit degressiver Steigung und dann eine Endzone (15c) mit progressiver Steigung besitzt.
 10. Installation nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Temperatur-, Hygrometrie-, Druck- und Geschwindigkeitssensoren (19) um die archimedische Schraube (15) angeordnet und an zu der archimedischen Schraube parallelen Führungsoberflächen montiert sind.
 11. Installation nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Ausgang des Wirbelerzeugers mit isobaren Schichten ein Niederdruck-Sekundärwirbelerzeuger (16) angeordnet ist, der die Funktion hat, den eindimensionalen Luftstrom mit schraubenlinienförmiger zentrifugalbewegung, der auf der Achse (X-X) ankommt, in eine Spirale zu transformieren, die sich um die Achse (Z-Z) dreht, um eine wirbelartige und impulsartige Wirkung zu erzeugen.
 12. Installation nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Niederdruck-Sekundärwirbeler-

zeuger zwei Stufen mit festen Blättern (20) und (21) umfasst, die profiliert sind und in konzentrischen Kreisen angeordnet sind, wobei die erste Blattstufe (20) die niedrigen Drücke betrifft und der obere Kreis die hohen Drücke betrifft, und dass das Profil der Blätter aus einem gekrümmten Mittelteil, der beiderseits durch gekrümmte Platten verlängert ist, die in entgegengesetzter Richtung orientiert sind und eine Schraubenwirkung schaffen, gebildet ist, und dass die Konfiguration der Blätter die Transformation der Bewegung von der Achse (X-X) zu der Achse (Z-Z) ermöglicht.

13. Installation nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** um den Niederdruck-Sekundärwirbel (16) ein Sekundärluft- und Sättigungsbasis-Mischer (22) angeordnet ist, der die Funktion hat, durch Aufeinandertreffenlassen eines Luftstroms in Form impulsartiger Wirbelfelder und hinzugefügter mit 95 % Tröpfchen gesättigter Luft einen thermischen Stoß zu erzeugen, um Eisträgerkerne zu produzieren.
14. Installation nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Verteiler (24) für die Versorgung gesättigter Luft umfasst, der um den Niederdruck-Sekundärwirbelerzeuger (16) angeordnet ist, und dass Leitungen (25) in eine Konvergiereinrichtung münden, die die Blätter (20) und (21) des Niederdruck-Sekundärwirbelerzeugers umgibt.
15. Installation nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromabseitig von dem Niederdruck-Sekundärwirbelerzeuger ein Hochdruck-Sekundärwirbelerzeuger (26) angeordnet ist, der aus zwei Reihen fester Blätter (27) und (28) gebildet ist, die in gestuften und konzentrischen Kreisen angeordnet sind, wobei der Hochdruck-Sekundärwirbelerzeuger den gebildeten Luftstrom um die Achse (Z-Z) in einen Luftstrom um die Achse (X-X) umlenkt.
16. Installation nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Blätter des Niederdruck- und des Hochdruck-Sekundärwirbelerzeugers die Abweichung der Wirbelfelder zu unterschiedlichen Drücken und Temperaturen bewirken, um ihre Trennung von den erhaltenen Eiskernen zu erzielen und um einen Wasserfilm um jeden Eiskern zu erhalten, und dass stromaufseitig von dem Niederdruck- und dem Hochdruck-Sekundärwirbelerzeuger eine Kaltwasserdampf-Versorgungsquelle (23) angeordnet ist, die durch Erzeugen eines Vakuums in dem Kryobehälter erhalten wird, wobei der Kaltwasserdampf bei seiner Umlagerung die Kristallisation in Nadeln hervorruft, um jeden Eiskern einzuhüllen, um die Schneeflocken zu erhalten.

17. Installation nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, dass sie eine Batterie von Divergiereinrichtungen (33) umfasst, die stromaufseitig von der Nukleationsphase angeordnet ist.

18. Installation nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Niederdruckdiffusor (30) und einen Hochdruckdiffusor (31) umfasst, die das Ausstoßen der Schneeflocken nach außen ermöglichen.

FIG 1

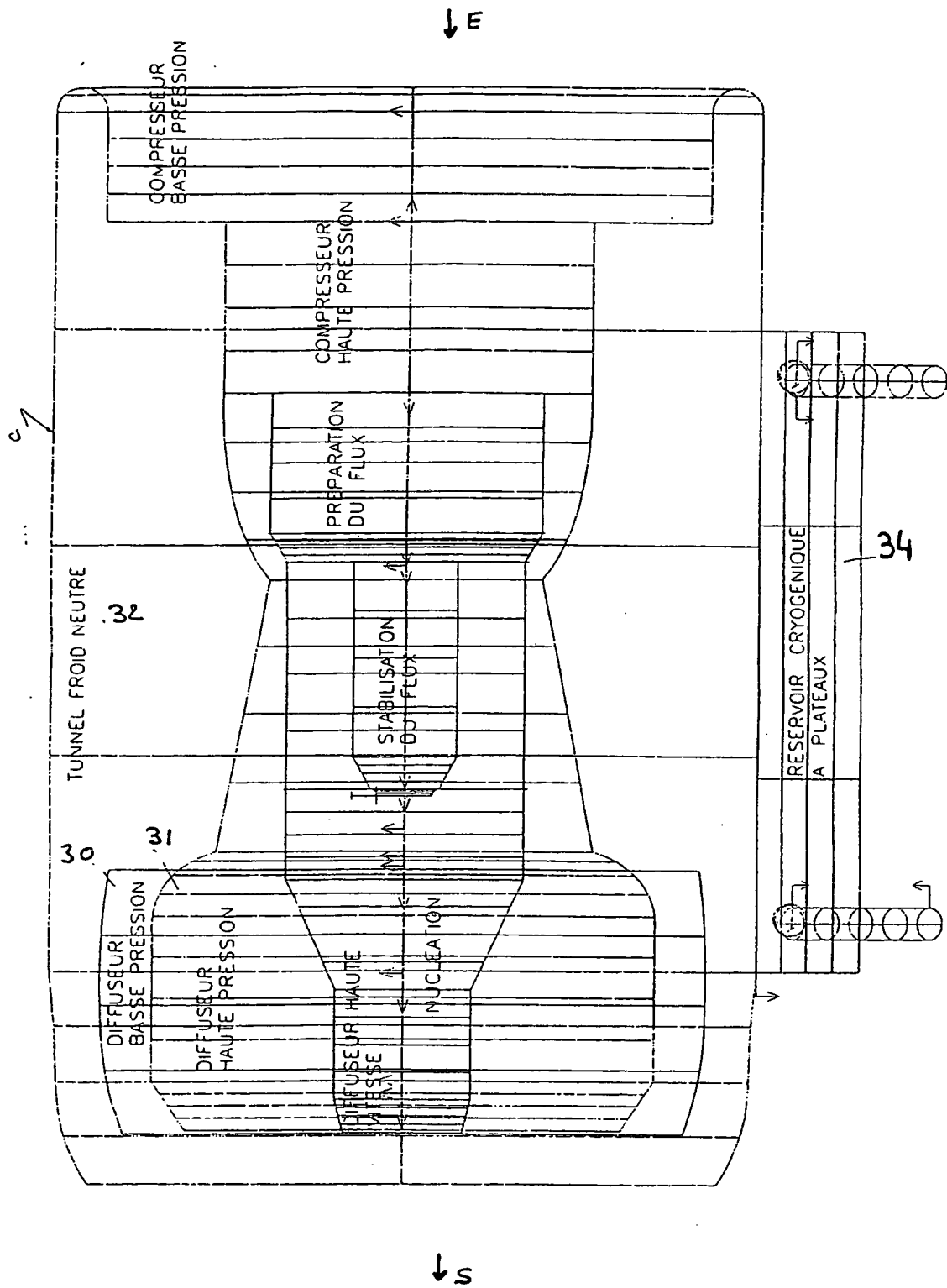


FIG 2

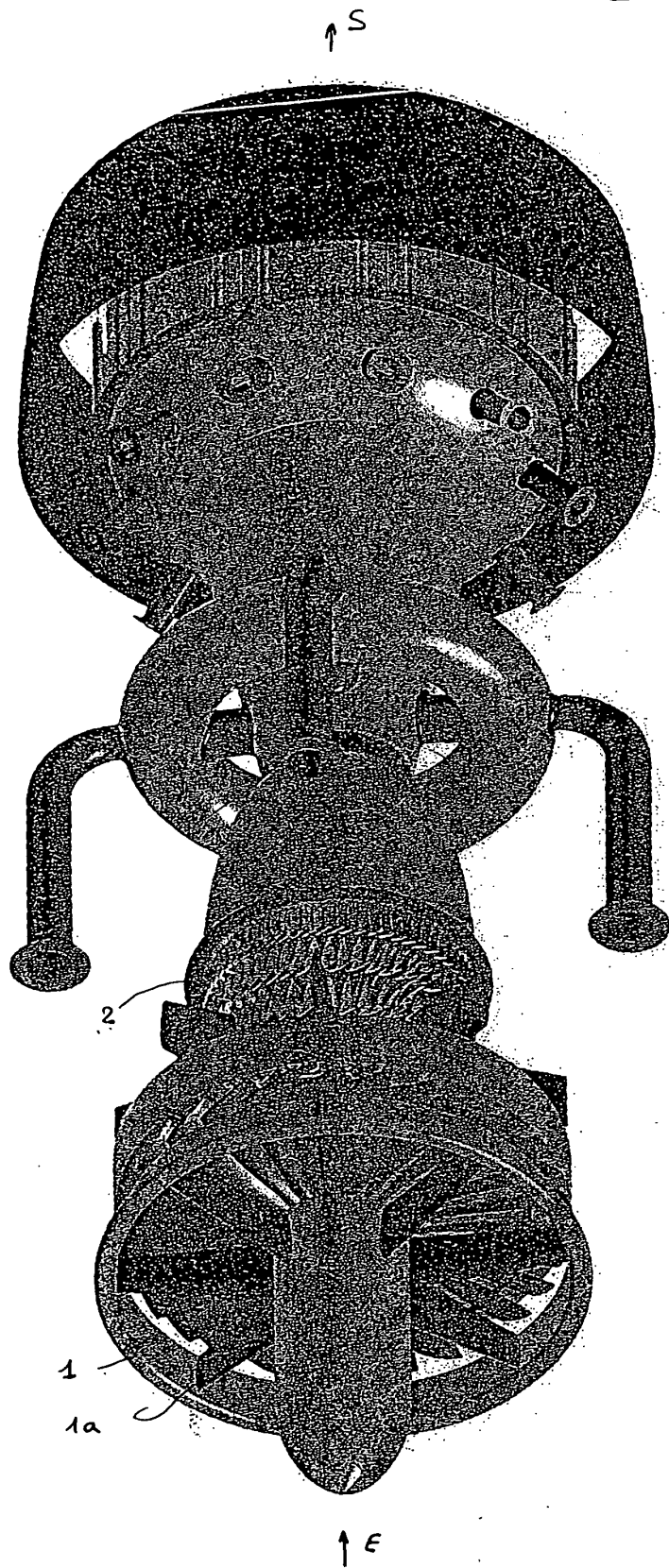


FIG 3

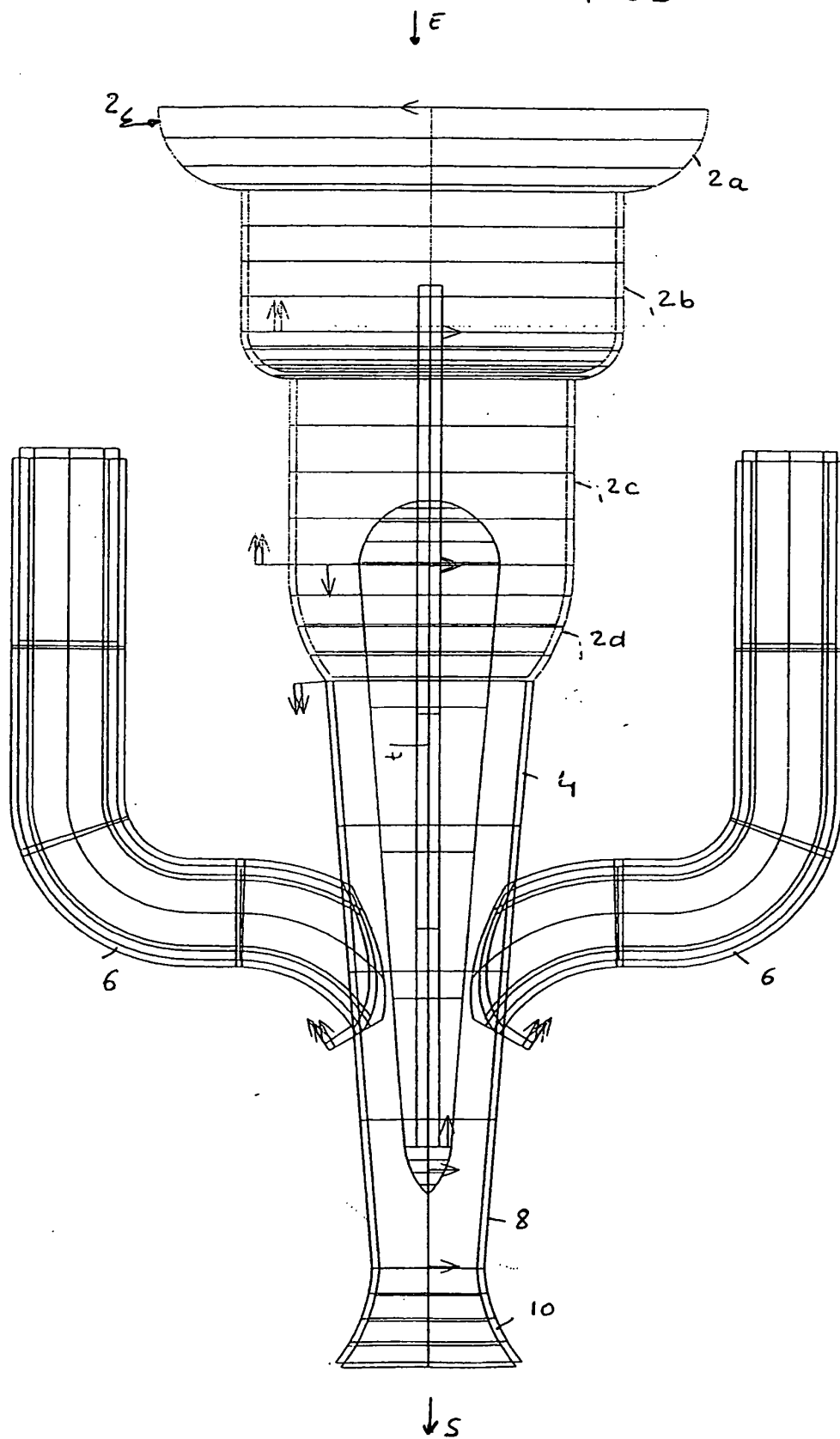


FIG 4

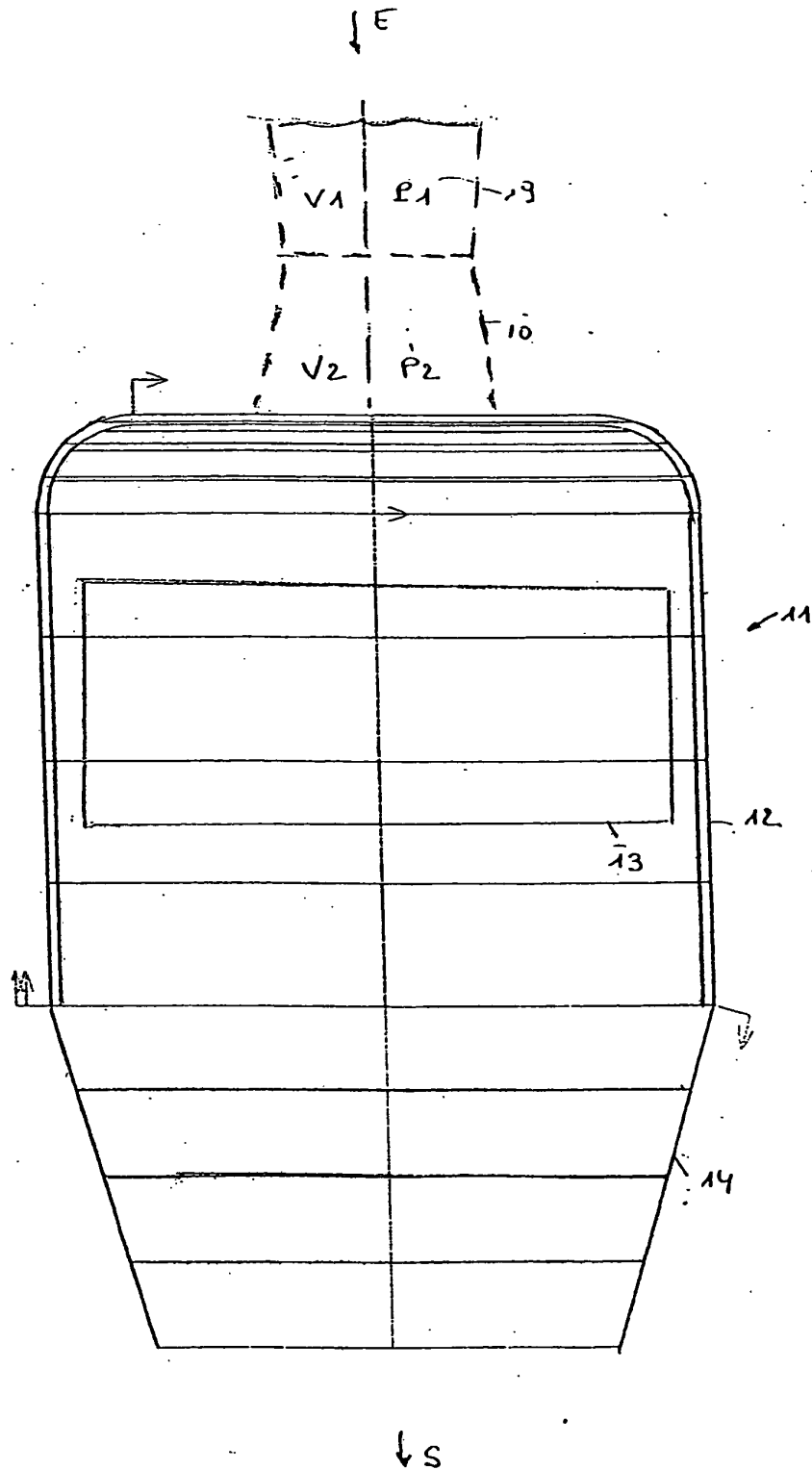


FIG 5

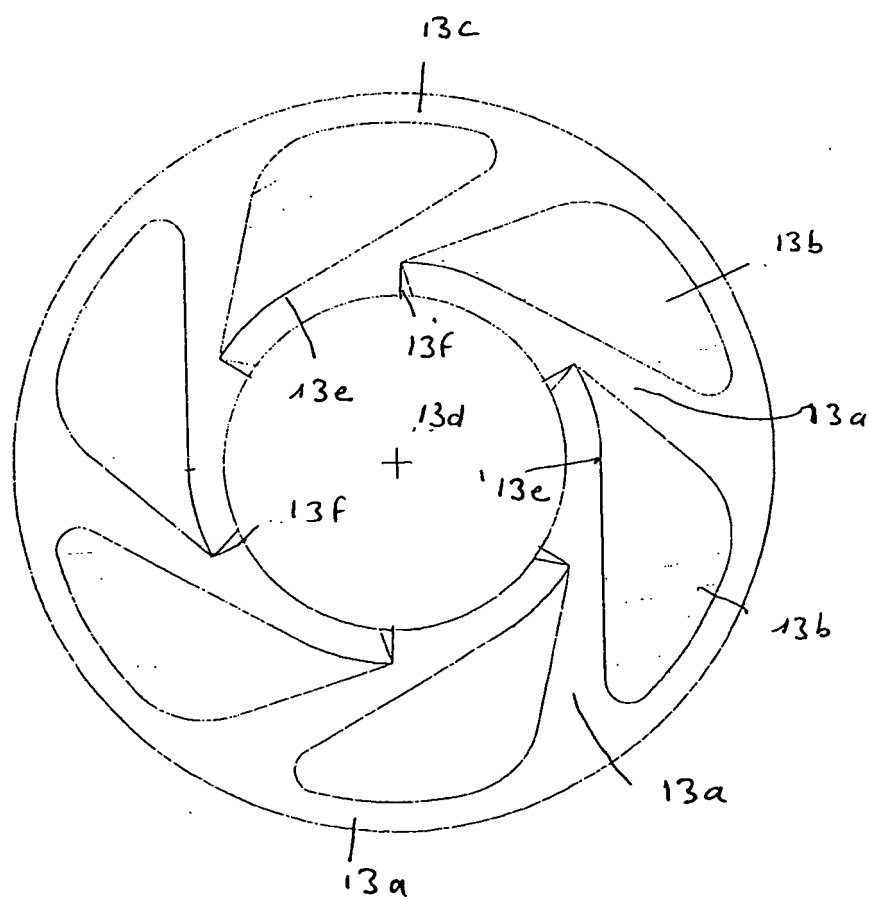
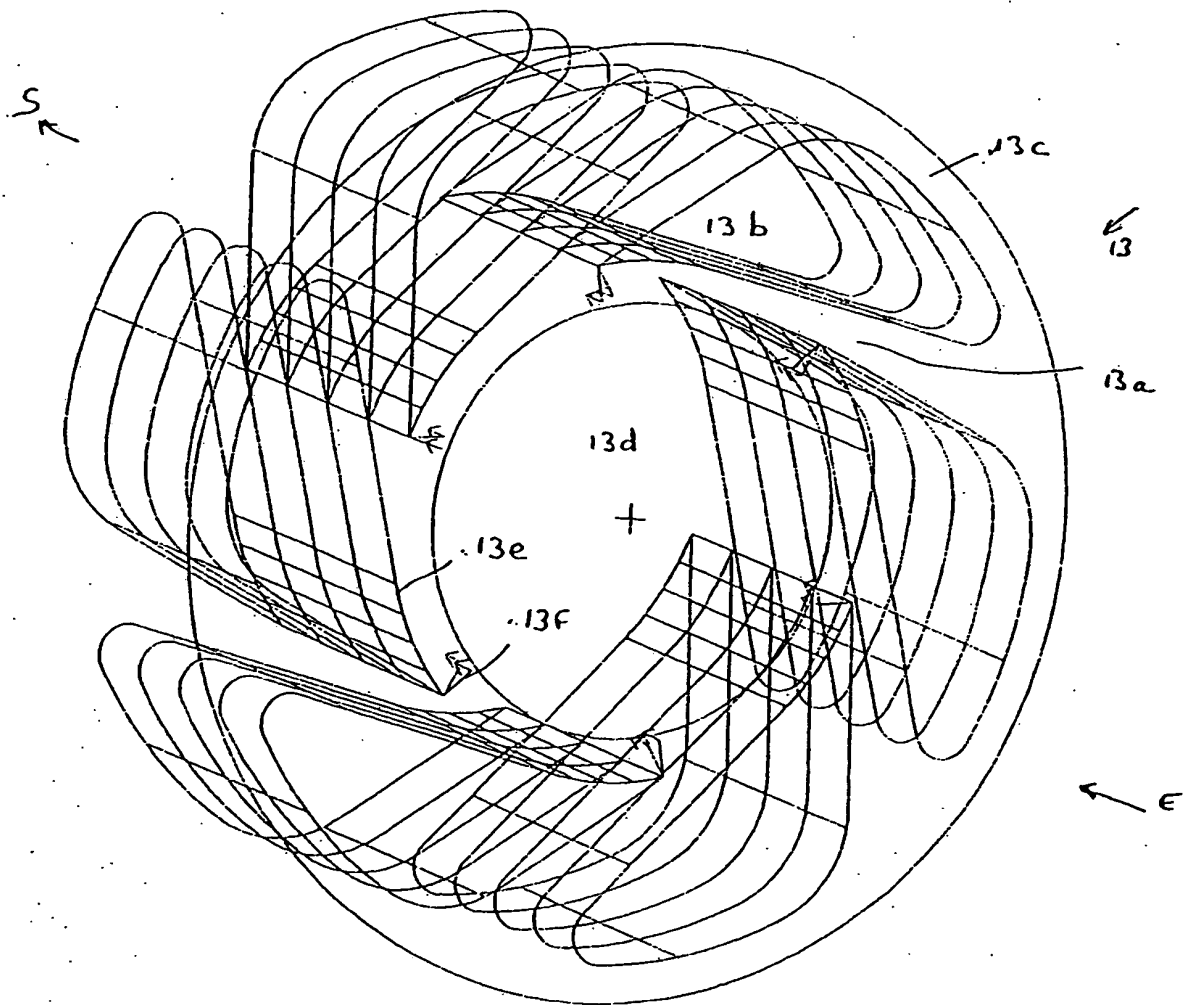
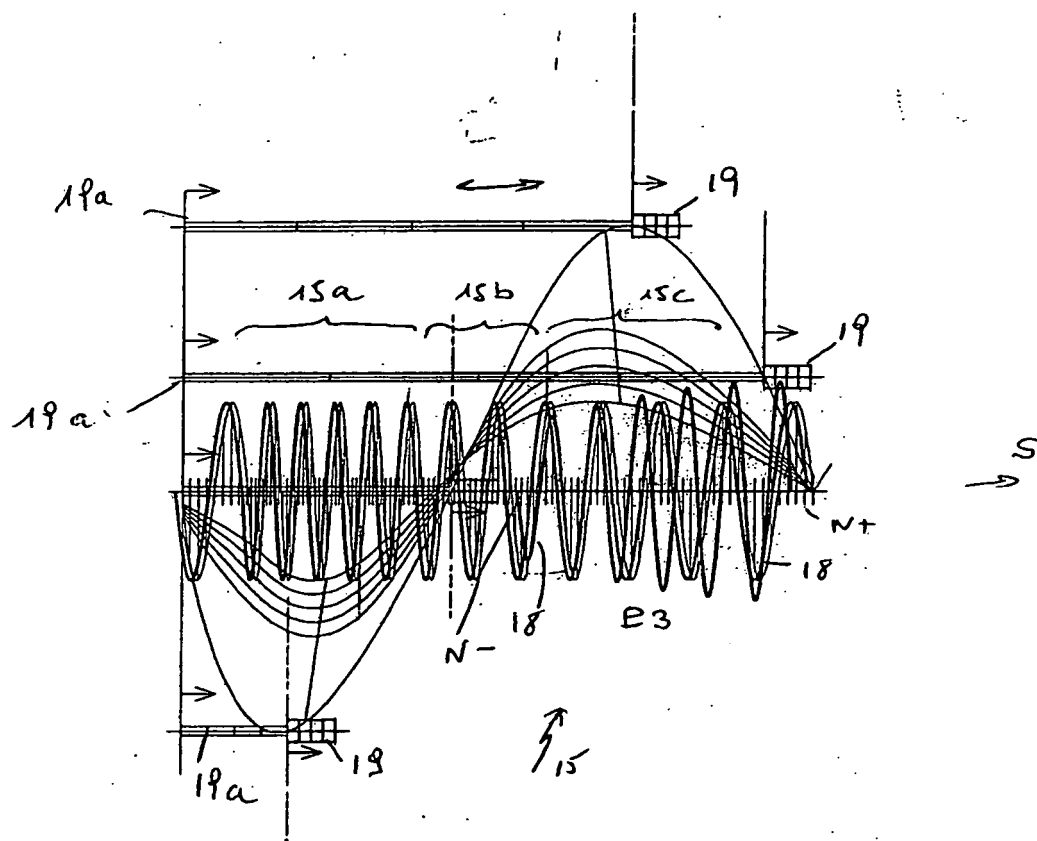


FIG 6



F767



F168

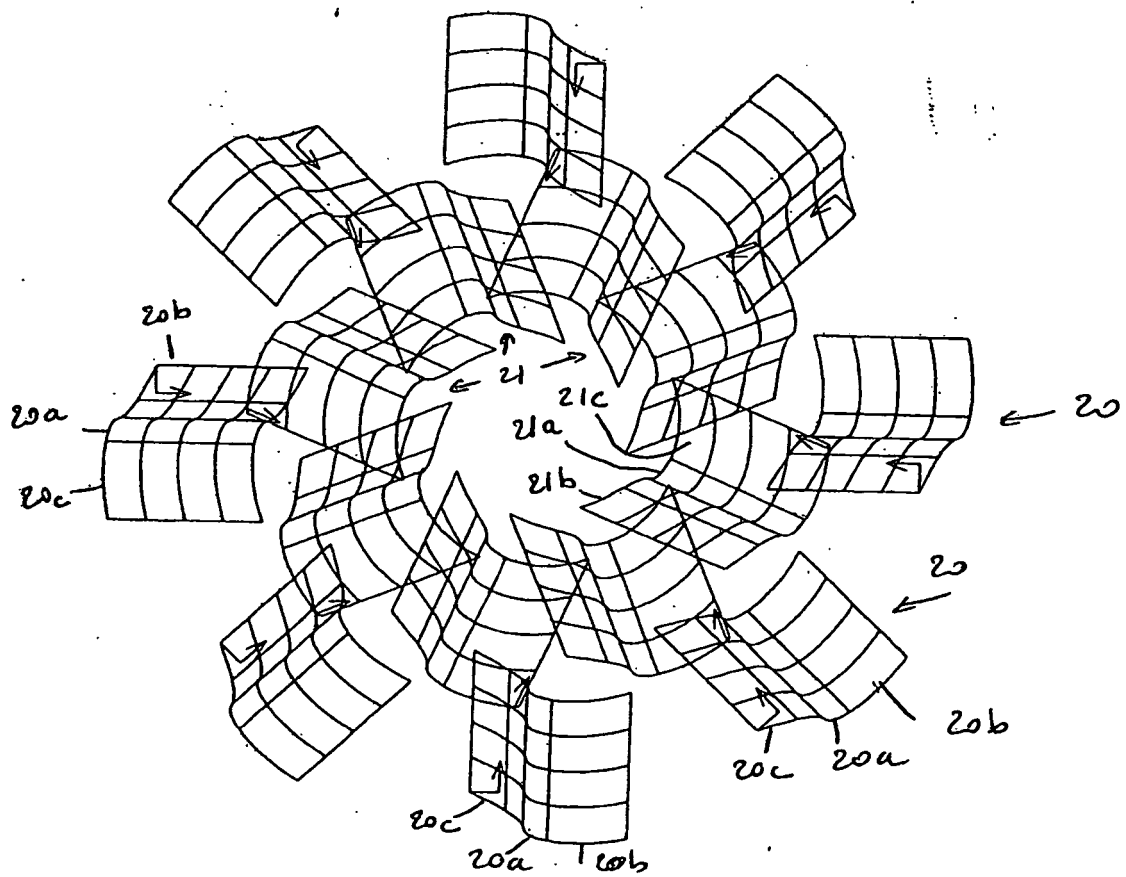


FIG 9

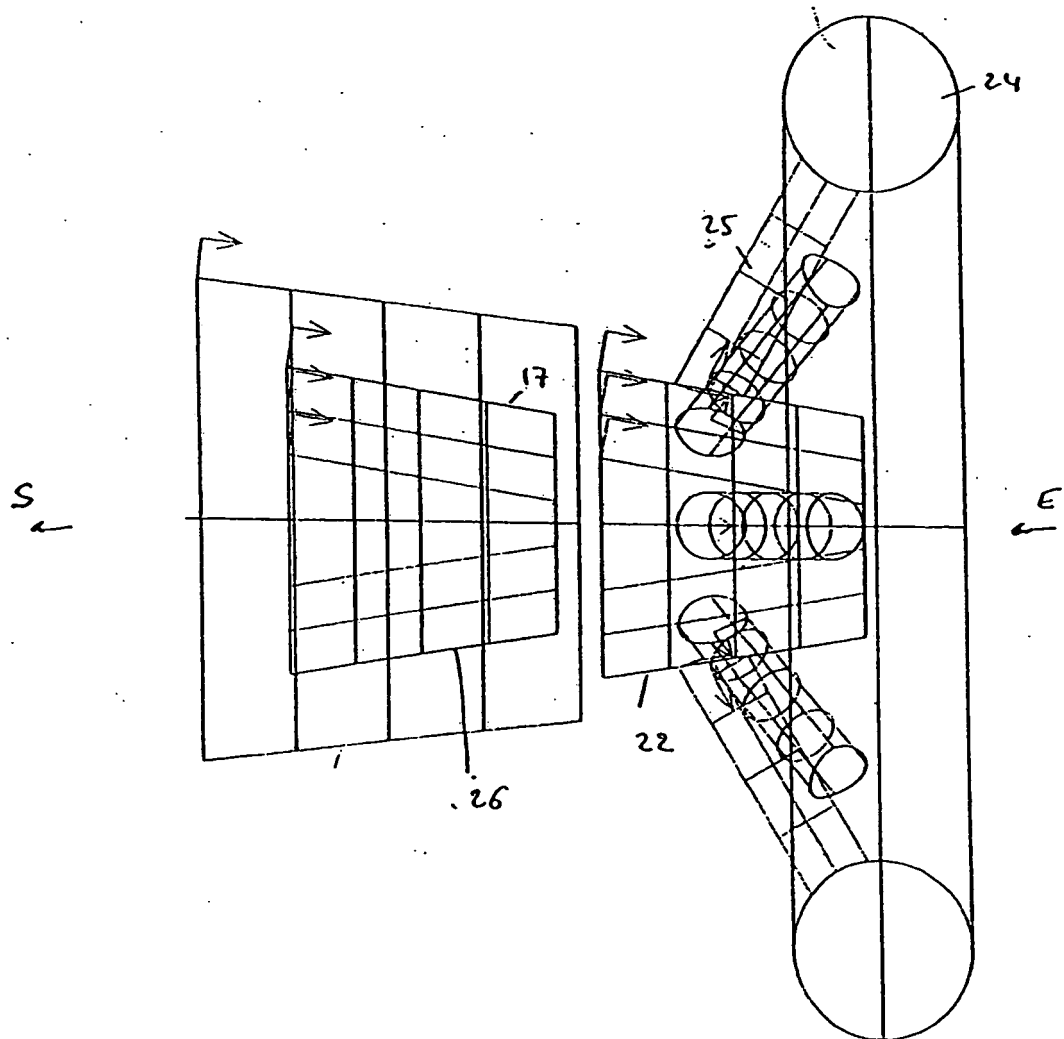


FIG 10

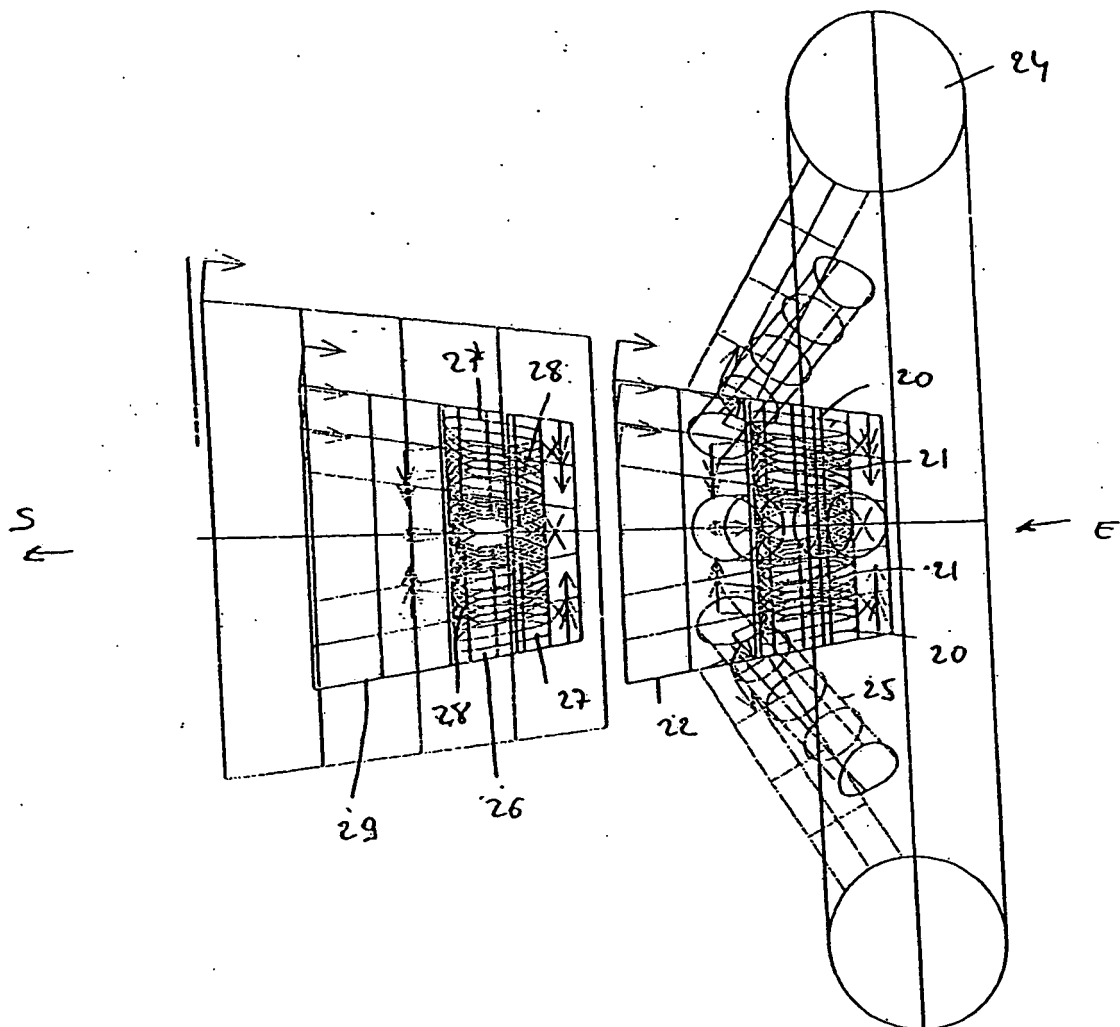


FIG 11

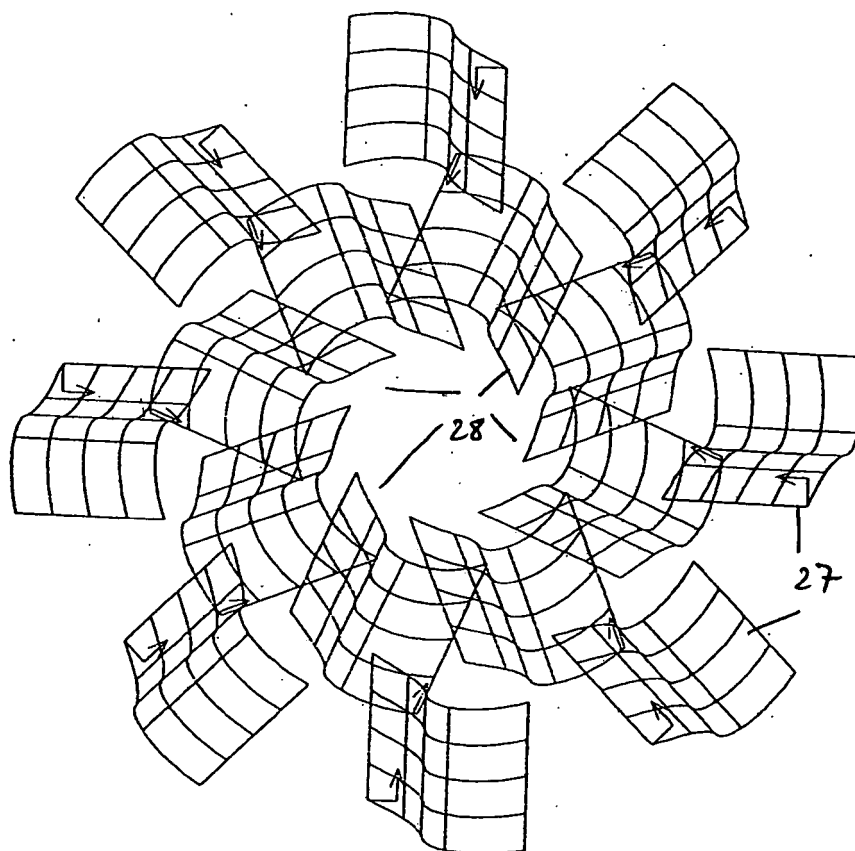


FIG 12

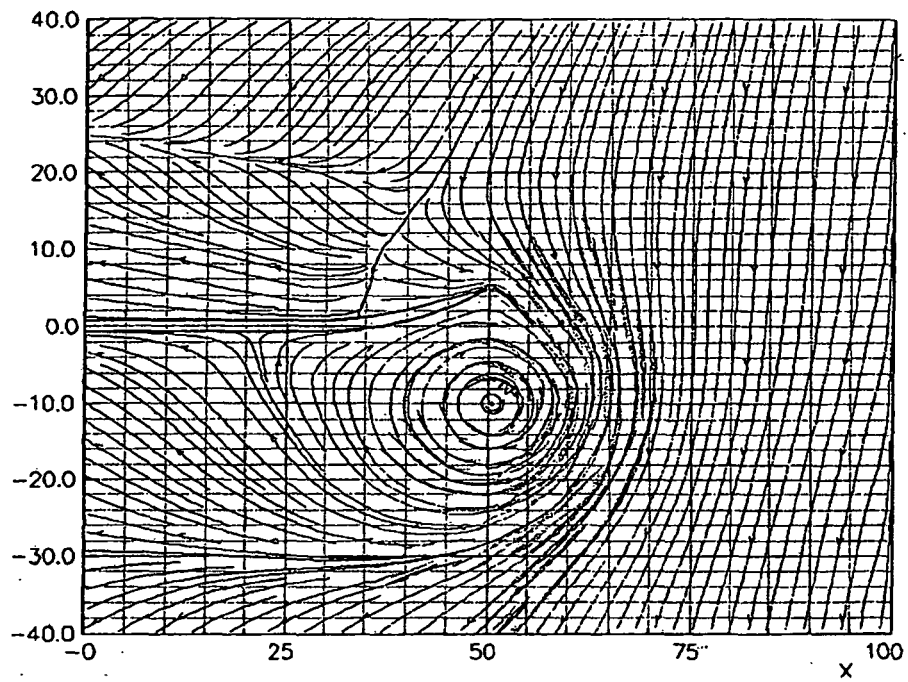


Fig 13

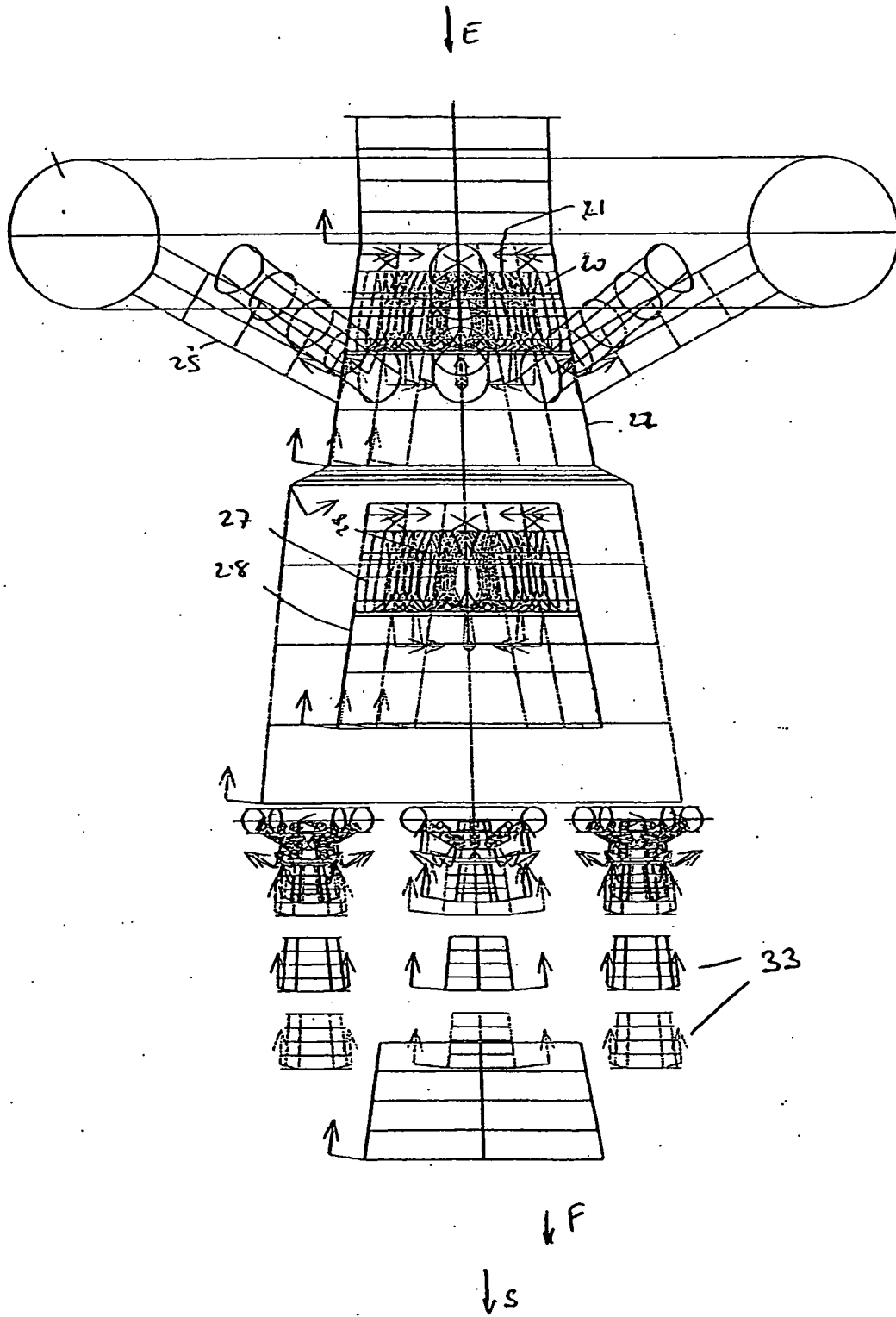


FIG 14

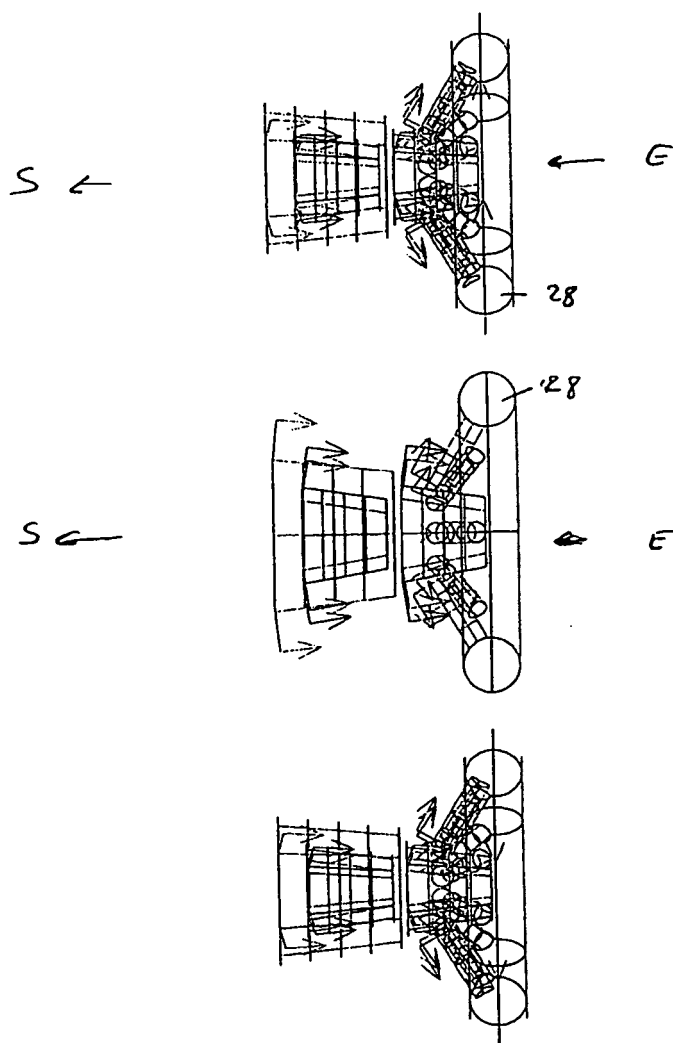


FIG 15

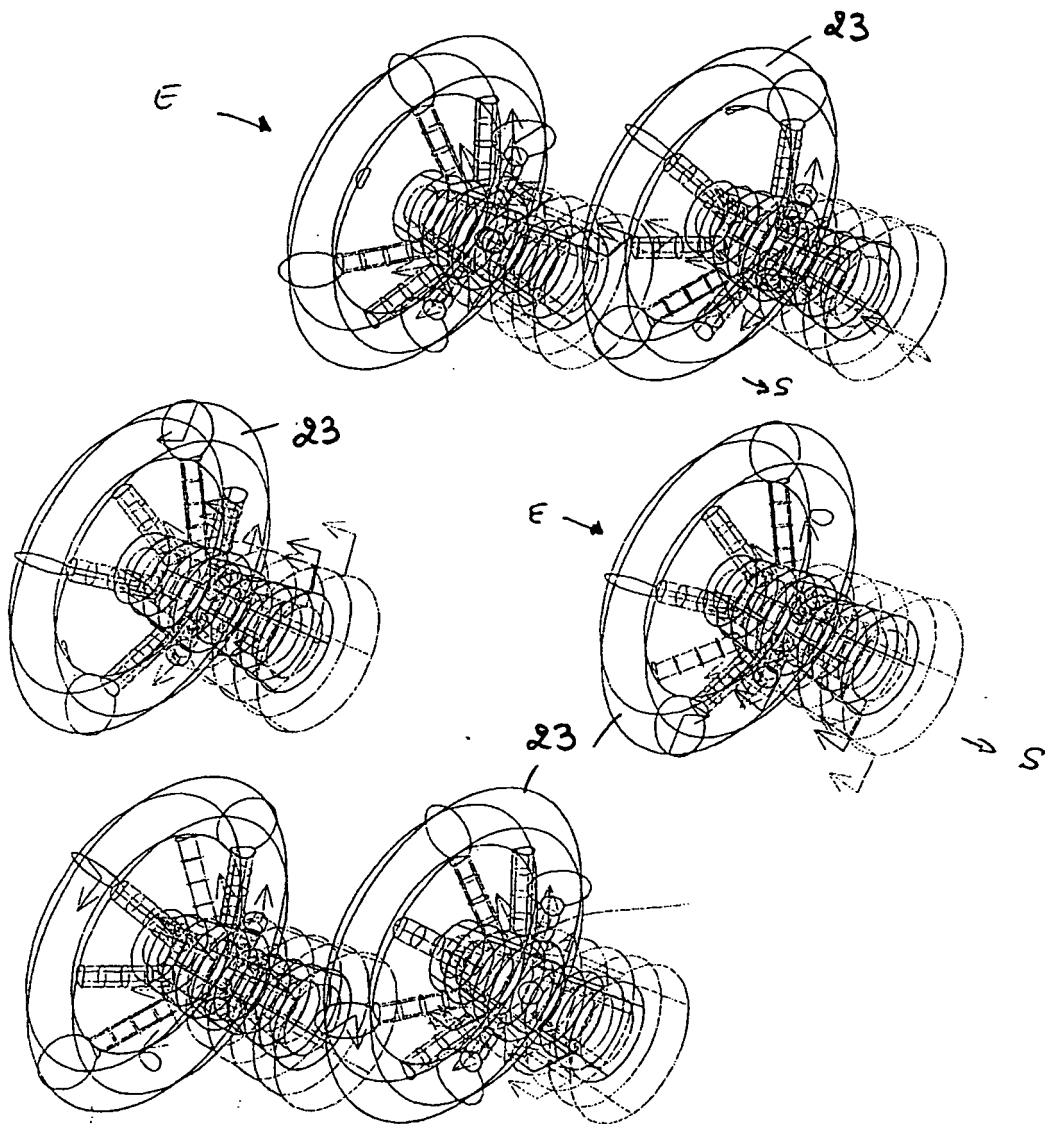
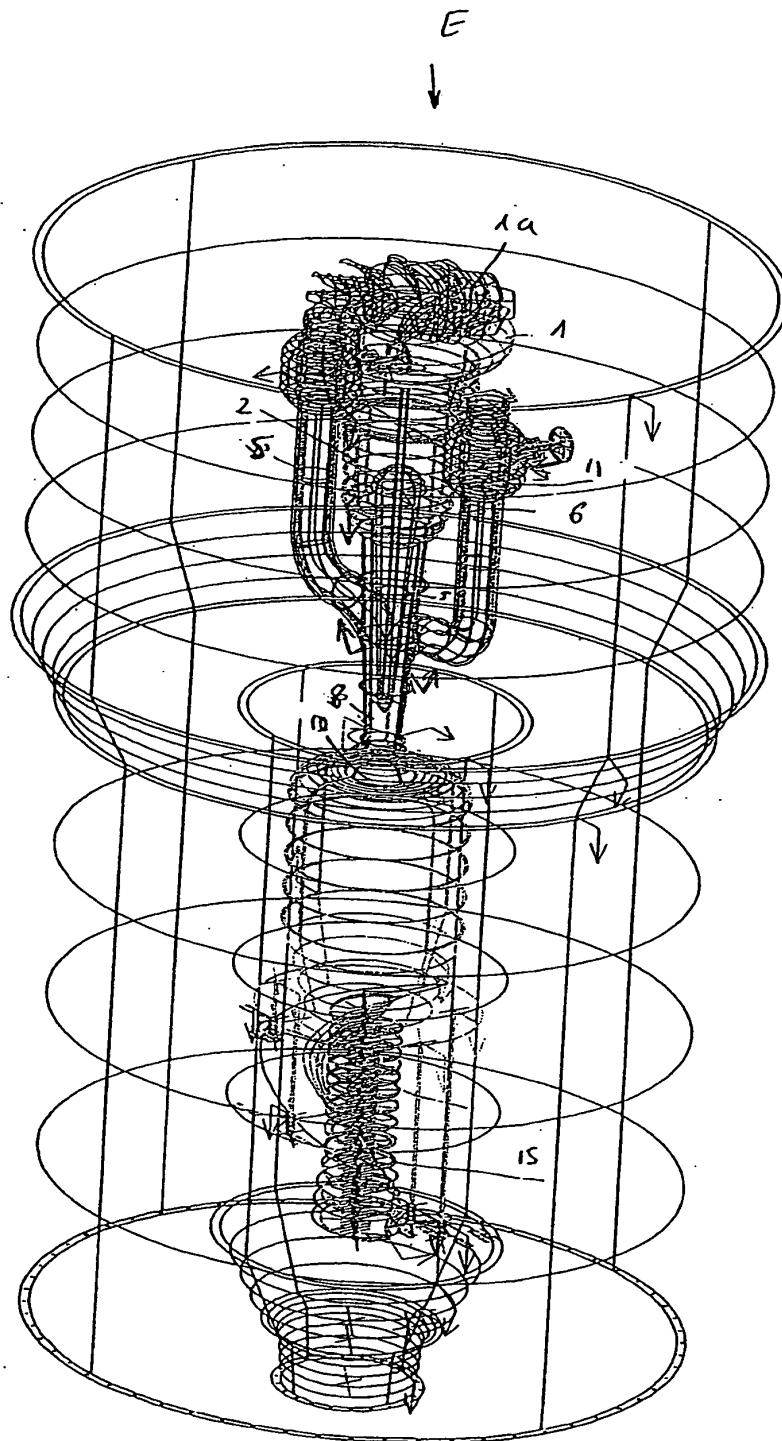


Fig 16

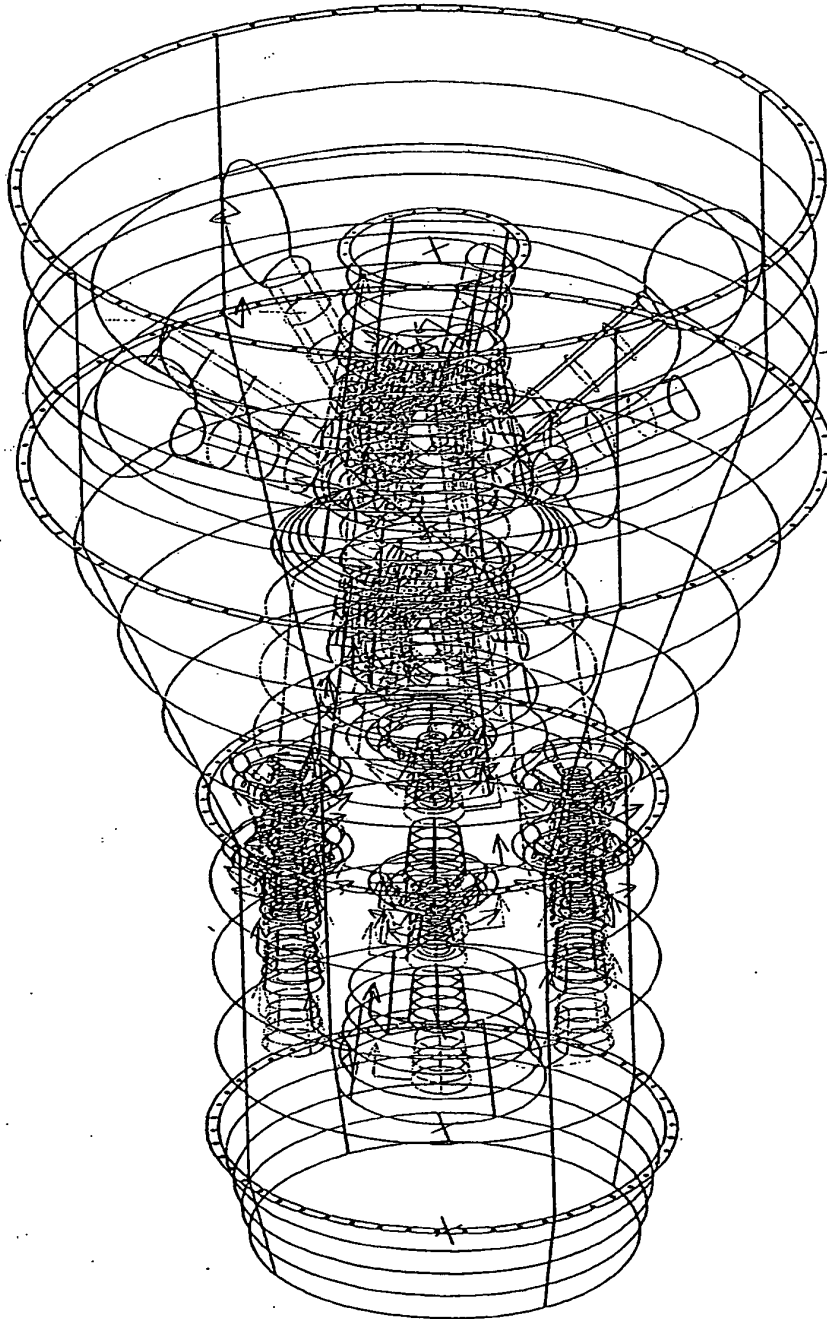


65

FIG 17

E

1



↓s

FIG 18

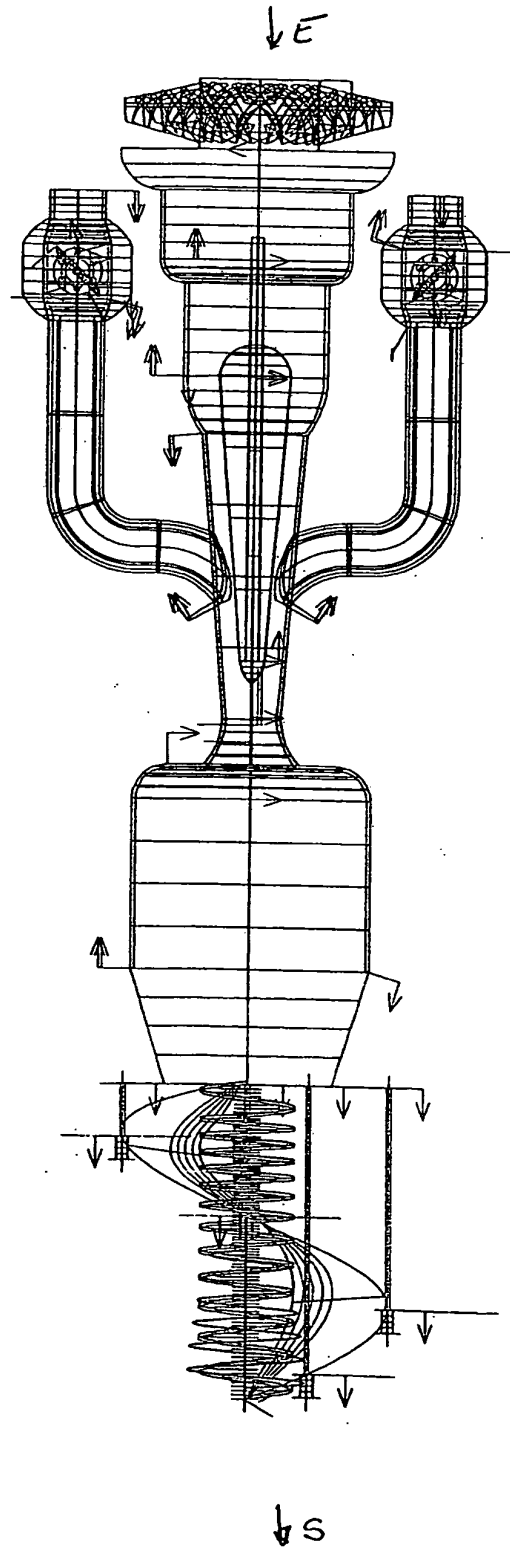
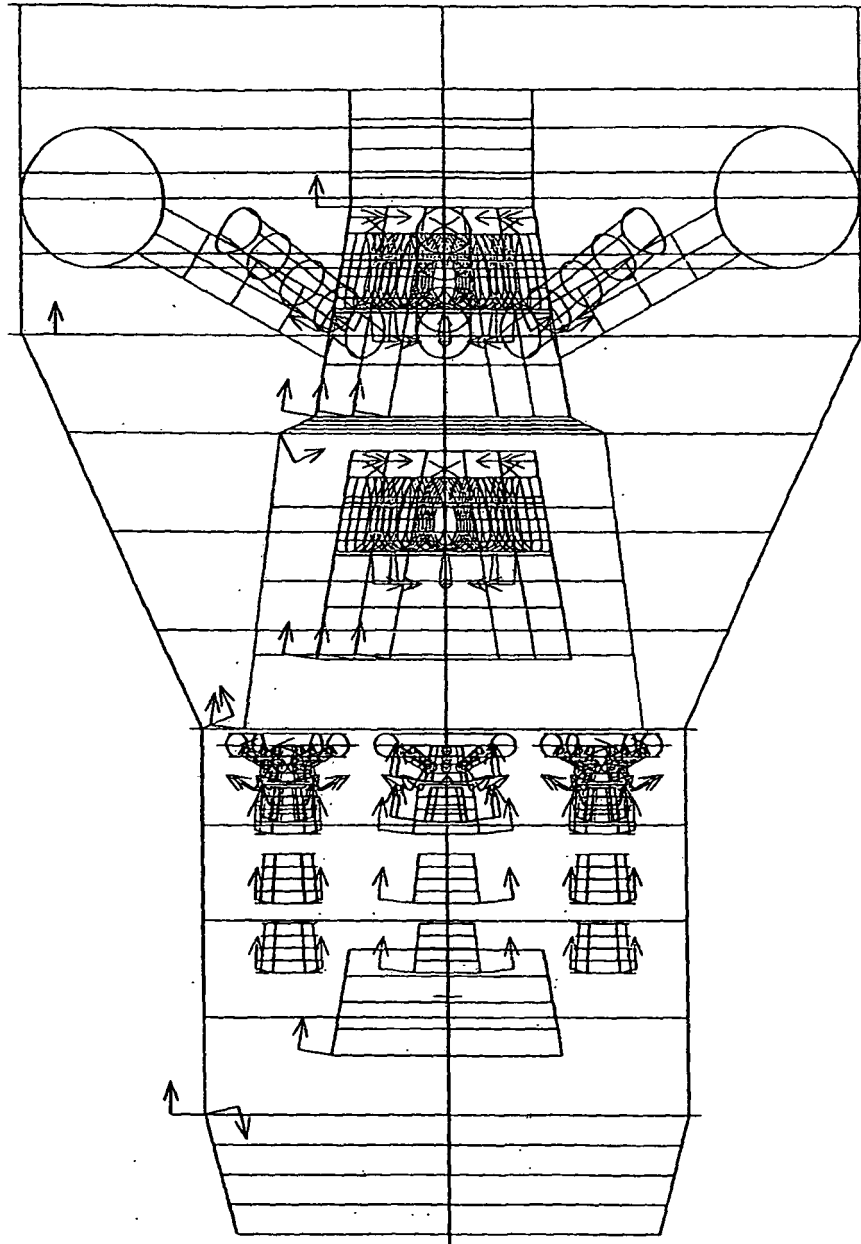


FIG 19

↓ E



↓ S

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 5180106 A [0009]