

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
6 octobre 2011 (06.10.2011)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2011/121119 A2

(51) Classification internationale des brevets :
G10B 1/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2011/055121

(22) Date de dépôt international :
1 avril 2011 (01.04.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
2010/0215 2 avril 2010 (02.04.2010) BE

(72) Inventeur; et

(71) Déposant : DELPORTE, Denys [BE/BE]; Avenue
Albert 81, B-7540 Kain (BE).

(74) Mandataire : PRONOVEM - Office Van Malderen;
Ave Josse Goffin 158, B-1082 Brussels (BE).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,

CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée :

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

(54) Title : SET OF ORGAN PIPES

(54) Titre : JEU DE TUYAUX D'ORGUES

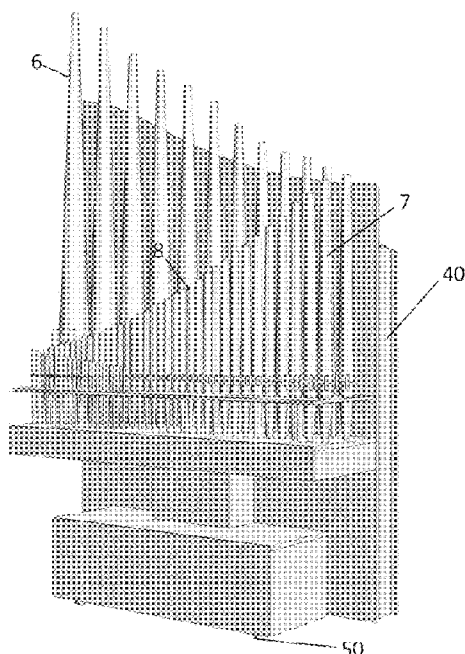


Fig. 6

(57) Abstract : The present invention relates to a set of organ pipes including at least 54 pipes, characterized in that said set has a variation in the richness of the harmonics generated by said pipes during use, and in that the ratio of the intensity of the first harmonic to the intensity of the fundamental is at a maximum at a frequency between 150 and 500 Hz, preferably between 200 and 300 Hz, wherein said maximum is different by at least 20dB with respect to the ratio of the intensity of the first harmonic to the fundamental of the pipe producing the lowest frequency note.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un jeu de tuyaux d'orgue comprenant au moins 54 tuyaux caractérisé en ce que ledit jeu présente une variation de la richesse des harmoniques générées, en utilisation, par lesdits tuyaux, et en ce que l'intensité de la première harmonique rapportée à l'intensité de la fondamentale présente un maximum à une fréquence comprise entre 150 et 500 Hz, de préférence entre 200 et 300 Hz et le maximum présentant une différence d'au moins 20dB par rapport à l'intensité de la première harmonique rapportée à l'intensité de la fondamentale du tuyau produisant la note la fréquence la plus basse.

5

JEU DE TUYAUX D'ORGUES**Objet de l'invention**

[0001] La présente invention se rapporte à des jeux
10 de tuyaux d'orgue et à des instruments de musique
comprenant de tels jeux.

Etat de la technique

[0002] L'orgue est un instrument de musique joué à
15 l'aide d'un ou de plusieurs claviers, produisant des sons à
l'aide d'ensembles de tuyaux sonores alimentés par une
soufflerie. Chaque ensemble de tuyaux est appelés « jeu ».
Les claviers peuvent éventuellement être complétés par un
pédalier.

20 [0003] Chaque jeu de tuyaux est généralement
constitué d'autant de tuyaux que de touches sur un clavier
ou un pédalier. Les tuyaux d'un même jeu sont généralement
tous du même type et produisent un timbre similaire. On
parlera de flûte de 16' par exemple pour désigner un jeu de
25 61 tuyaux ouverts, dont le premier tuyau est une flûte dont
le résonateur est un tuyau ouvert de 16 pieds. Il y
correspond une note correspondant à un Ut 0, soit, environ
33 Hz. Le dernier tuyau du jeu est alors un tuyau d'un
demi-pied, produisant une fréquence correspondant à un Ut
30 5.

[0004] La variété des jeux est importante, chaque
jeu étant caractérisé par de nombreuses variables : rapport
de leur longueur sur leur diamètre, matériaux (métaux et
leurs alliages, bois, plastiques,...), bouchés ou non, avec

ou sans cheminée, cylindriques ou coniques, jeux à bouches ou jeux d'anches,... Chacun de ces jeux est caractérisé par un timbre unique particulier.

[0005] Des registres permettent de mettre en correspondance un jeu de tuyaux particulier avec un clavier (ou pédalier).

[0006] Afin de bénéficier de la richesse des timbres offert par chaque type de tuyaux, il est nécessaire d'avoir un jeu complet de chaque type tuyau. Ceci n'est pas sans poser des problèmes d'encombrement : typiquement un orgue moyen comprend environs 20 jeux, soit environs 1200 tuyaux, ayant des dimensions de 16' (voire 32') à 1'/32. Cette complexité exclut l'installation de ce type d'instrument dans des maisons unifamiliale ou des appartements. Des exemples de telles constructions pourront être trouvés dans l'ouvrage « Révolution récente dans la facture d'orgue » de Miller, George Laing, traduit de l'anglais et annoté par G. Bédart, publié en 1914.

[0007] Le document FR 748.970 propose d'adapter individuellement les paramètres de diamètre de tuyau, et hauteur et largeur de bouche afin d'adapter chaque tuyau à l'acoustique particulière du lieu dans lequel l'orgue est utilisé. Ce document propose de varier ces paramètres de façon quelconque au sein d'un même jeu. Enfin, la variabilité de ces paramètres est insuffisante pour produire des variations de timbres correspondant généralement à des registres différents.

[0008] Il existe des orgues mobiles dits positifs ayant des dimensions plus modestes. Néanmoins, ce type d'orgue présente l'inconvénient de ne comporter que peu de registres, tous uniformes, ce qui appauvrit singulièrement la richesse des timbres disponibles.

Buts de l'invention

[0009] La présente invention vise à fournir un jeu de tuyaux d'orgue compact présentant une variété de timbres importante.

[0010] En particulier, la présente invention cherche
5 à combiner des tuyaux pauvres en harmonique pour les fréquences les plus basses à des tuyaux riches en harmoniques pour les fréquences moyennes sans présenter de discontinuité audible au niveau du timbre entre deux notes contigües.

10 [0011] La présente invention vise aussi à proposer des combinaisons de sonorités particulières.

Résumé de l'invention

[0012] La présente invention divulgue un jeu de
15 tuyaux d'orgue comprenant au moins 54 tuyaux caractérisé en ce que ledit jeu présente une variation de la richesse des harmoniques générées, en utilisation, par lesdits tuyaux, et en ce que l'intensité de la première harmonique rapportée à l'intensité de la fondamentale présente un
20 maximum à une fréquence comprise entre 150 et 500 Hz, de préférence entre 200 et 300 Hz et le maximum présentant une différence d'au moins 20dB (de préférence 30 dB) par rapport à l'intensité de la première harmonique rapportée à l'intensité de la fondamentale du tuyau produisant la note
25 à la fréquence la plus basse.

[0013] Par jeu de tuyaux d'orgue, nous entendons un ensemble de tuyaux répartis selon une gamme prédéterminée, chaque tuyau produisant une note distincte.

[0014] Par richesse des harmoniques ou timbre, il
30 faut entendre dans la présente invention le nombre d'harmoniques audibles et les rapports d'intensités entre la fréquence fondamentale et les harmoniques.

[0015] Selon des formes particulières préférées de l'invention, le jeu de tuyaux d'orgue comprend une ou une combinaison appropriée des caractéristiques suivantes :

- le jeu comporte des tuyaux produisant des notes réparties depuis au moins ut 1 (66 Hz) jusqu'au moins ut5 (1kHz) et en ce que le rapport d'intensité de la première harmonique rapportée à la fréquence fondamentale présente une différence entre le l'ut 3 (environs 260 Hz) et l'ut 1 (environs 66 Hz) supérieure à environs 30 dB ;
- les tuyaux sont des tuyaux à bouche ;
- la variation des harmoniques est obtenue par l'utilisation d'au moins trois types de tuyaux sélectionnés parmi le groupe consistant en bourdon, flûte bouchée, flûte à fuseau, flûte conique, flûtes, principaux larges, principaux, salicional, gambe et piccolo ;
- la variation des harmoniques est obtenue par l'utilisation, depuis les fréquences les plus basses vers les fréquences le plus élevées, de bourdons, suivis de flûtes, suivies de principaux suivis de gambes ;
- le jeu de tuyaux d'orgue comprend des bourdons à cheminées ou des flûtes semi-bouchées à cheminées ;
- le jeu de tuyaux d'orgue comprend des tuyaux à double bouche ;
- la variation de la richesse des harmoniques est obtenue par l'utilisation de matériaux de compositions différentes ;
- les tuyaux produisant les tons les plus bas sont en bois, suivis par des alliages Pb/Sn, les tuyaux en alliage produisant les tons les plus bas

comprenant plus de Pb que les tuyaux produisant les tons les plus élevés ;

- la variation de la richesse des harmoniques est obtenue en variant le rapport de leur longueur sur leur circonférence.

[0016] Les tuyaux de types bourdon, flûte bouchée, flûte à fuseau, flûte conique, flûtes, principaux larges, principaux, salicional, gambe, piccolo, bourdons à cheminées et flûtes à cheminées sont décrite plus en détails dans l'ouvrage de référence de Dom Bedos de Celles : « l'art du facteur d'orgues » publié en 1766 que nous incorporons ici par référence. En particulier les pages 37 à 57 décrivent les jeux traditionnels, les pages 58 à 84 en décrivent les diapasons et la planche XVI précise encore les différentes formes.

[0017] Une forme particulière préférée de l'invention concerne un jeu de tuyau d'orgue comprenant plus de 84 tuyaux répartis sur au moins 7 octaves, la ou les octaves les plus basses étant produite par des tuyaux à bouche bouchés, l'octave suivante par des tuyaux métalliques coniques, les premiers tuyaux de cette octave comprenant deux bouches, les tuyaux suivants étant de moins en moins coniques, jusqu'à des tuyaux cylindriques métalliques pour la ou les dernières octaves.

[0018] Selon une autre forme particulière préférée, l'invention concerne un jeu de tuyau d'orgue comprenant au moins 84 tuyaux répartis sur au moins 7 octaves, la ou les octaves les plus basses étant produite par des bourdons, les tuyaux suivant étant des flûtes, suivies de principaux, les dernière notes étant produites par des gambes.

[0019] Un second aspect de l'invention concerne un instrument à vent comprenant un unique jeu de tuyaux d'orgue selon l'invention et comprenant en outre des électrovannes permettant d'activer chaque tuyau

individuellement, et une unité de contrôle contrôlant l'activation desdites électrovannes.

[0020] Selon des formes particulières préférées, l'instrument à vent de l'invention comprend une ou une

5 combinaison appropriée des caractéristiques suivantes :

- ladite unité de contrôle comprend au moins une interface midi pour connecter au moins un clavier à ladite unité de contrôle ;
- ladite unité de contrôle comprend en outre
10 des moyens permettant de synthétiser des sons, de préférence, dans les fréquences les plus basses (première octave) ;
- ladite unité de contrôle permet de dédoubler ledit jeu unique selon au moins deux sections ;
- 15** - ladite unité de contrôle permet d'associer plusieurs tuyaux à une note particulière selon des mixtures harmoniques ;
- chaque note d'une mixture est obtenue en faisant parler un tuyau produisant une fréquence f_1
20 simultanément avec un tuyau produisant une fréquence $f_2 = 1,5 \cdot f_1$, de manière à produire un son de fréquence $f_0 = f_1/2$.

[0021] Un troisième aspect de l'invention concerne un assemblage particulier de tuyaux d'orgue, permettant de
25 réduire l'encombrement spatial dudit assemblage et d'en faciliter la fabrication.

[0022] Cet assemblage de tuyaux d'orgue comprend au moins deux tuyaux à bouche formés d'une face avant, d'une face arrière, de parois latérales et de cloisons séparant
30 les tuyaux individuels, la face avant étant percée de bouches présentant une lèvre supérieure et une lèvre inférieure dans l'espace défini entre les cloisons et des biseaux étant disposé à l'intérieur des tuyaux définissant une lumière entre les lèvres inférieures des bouches et les

biseaux, les cavités définies sous les biseaux comprenant des moyens pour les alimenter individuellement en vent, et les cavités situées au dessus des biseaux définissant le résonateur de chaque tuyau.

5 [0023] Selon des formes particulières préférées de l'invention, l'assemblage de tuyaux d'orgue selon le troisième aspect de l'invention comprend une ou une combinaison appropriée des caractéristiques suivantes :

- les faces avant et arrières de l'assemblage
10 son situés dans des plans sécants, de façon à permettre une progression appropriée de la profondeur des résonateurs par rapport à leurs hauteurs;
- la largeur de chaque tuyau est adaptée à la hauteur des résonateurs correspondants de façon à
15 permettre une progression appropriée de largeur des résonateurs par rapport à leur hauteur ;
- la face avant et/ou arrière de l'assemblage présente un profil en escalier de façon à définir la hauteur individuelle de chaque résonateur;
- 20** - la position verticale des bouches et des biseaux est variée de façon à adapter la hauteur des résonateurs ;
- les tuyaux sont bouchés au moyen de tampons mobile permettant d'ajuster la hauteur des
25 résonateurs ;
- la face avant est formée en deux partie, une partie inférieure comprenant la lèvre inférieure des bouches, et une partie supérieure comprenant la lèvre supérieure des bouches
- 30** - les cloisons et les parois sont assemblées aux faces avant et arrière au moyen d'assemblages dit en queue d'aronde.

[0024] Un quatrième aspect de l'invention concerne une méthode pour déterminer un jeu de tuyaux d'orgue en

progression harmonique selon l'invention comprenant les étapes suivantes :

- se procurer un orgue de l'art antérieur comprenant une grande variété de jeux de tuyaux distincts, de préférence, au moins dix jeux;
- pour chaque jeu, mesurer les composantes harmoniques d'au moins un tuyau à au moins une fréquence,
- choisir les tuyaux composants le jeu de tuyaux d'orgues en progression harmonique en fonction des composantes harmoniques mesurées de manière à ce que l'intensité de la première harmonique rapportée à l'intensité de la fondamentale présente un maximum à une fréquence comprise entre 150 et 500 Hz, de préférence entre 200 et 300 Hz et le maximum présentant une différence d'au moins 20dB (de préférence 30 dB) par rapport à l'intensité de la première harmonique rapportée à l'intensité de la fondamentale du tuyau produisant la note à la fréquence la plus basse.

Brève description des figures

- [0025] La figure 1 représente un tuyau d'orgue.
- [0026] La figure 2 représente les premiers tuyaux de chaque octave d'un jeu d'orgue conforme à l'invention.
- [0027] Les figure 3 a, b et c représentent un exemple d'assemblage de tuyaux d'orgue selon le troisième aspect de l'invention en vue de face, latérale et de haut.
- [0028] La figure 4 représente une vue de face d'un autre exemple d'assemblage de tuyaux d'orgue selon le troisième aspect de l'invention.
- [0029] La figure 5 représente une vue de face d'un autre exemple d'assemblage de tuyaux d'orgue selon le

troisième aspect de l'invention, où les tuyaux sont des bourdons.

[0030] La figure 6 représente un prototype de jeu de tuyaux selon l'invention, comprenant à l'arrière, un
5 assemblage de bourdons selon le troisième aspect de l'invention.

Légende des figures

- 1 : résonateur
- 10** 2 : bouche
- 3 : tampon
- 4 : Tuyau Ut 0
- 5 : Tuyau Ut 1
- 6 : Tuyau Ut 2
- 15** 7 : Tuyau Ut 3
- 8 : Tuyau Ut 4
- 9 : Tuyau Ut 5
- 10 : Tuyau Ut 6
- 11 : Tuyau Ut 7
- 20** 12 : Tuyau Ut 8
- D : diamètre du résonateur à hauteur de la bouche
- d : diamètre du résonateur à son extrémité ouverte ou à hauteur du tampon.
- H : hauteur du résonateur.
- 25** 20 : ensemble de tuyaux
- 21 : bouche
- 22 : tuyau
- 23 : face arrière
- 24 : cloison
- 30** 25 : paroi latérale
- 26 : face avant
- 27 : biseau
- 28 : assemblage en queue d'arronde
- 30 : ensemble de tuyaux

- 31 : bouche
- 34 : cloison
- 40 : ensemble de tuyaux
- 41 : bouche
- 5 42 : tampon
- 44 : cloison
- 50 : roulettes de transport

Description détaillée de l'invention

10 [0031] La présente invention divulgue un jeu de tuyaux d'orgue comprenant divers types de tuyaux produisant une variation quasi continue des timbres entre deux tuyaux produisant des notes contiguës.

15 [0032] Contrairement aux jeux de tuyaux de l'art antérieur, où le facteur d'orgue cherche à obtenir un timbre constant au sein d'un même jeu, le jeu de tuyaux de la présente invention présentera donc une variation volontairement audible d'une octave à l'autre, tout en préservant la continuité entre deux notes contiguës. Cette

20 progression des timbres au sein du même jeu permet de réduire le nombre jeux nécessaires pour une richesse de timbre donnée, et ouvre ainsi la possibilité de produire des dispositifs mobiles et peu encombrants. Ce faible encombrement ouvre la possibilité à l'utilisation de ce

25 type d'instruments dans des locaux exigü, tel que des habitations individuelles où des salles de concerts exigües.

[0033] De préférence, les tuyaux produisant les sonorités les plus brillantes (les plus riches en

30 harmoniques) seront les tuyaux produisant les sonorités de fréquence moyenne (soit, les octaves allant de Ut 2 à Ut 4, soit des fréquences comprises entre 200Hz et 1kHz). Cette gamme de fréquence correspond aux tessitures vocales mezzo-

soprano ou soprano. Ce sont généralement ces fréquences auxquelles l'oreille humaine est la plus sensible.

[0034] De préférence, l'intensité de la première harmonique rapportée à l'intensité de la fréquence fondamentale variera d'un tuyau à l'autre de manière monotone croissante depuis les tuyaux produisant les notes les plus graves jusqu'à un maximum vers une fréquence comprise entre 150 et 500 Hz, de préférence comprise entre 200 et 300 Hz, avantageusement vers 250 Hz.

10 [0035] De préférence, la différence d'intensité de la première harmonique rapportée à l'intensité fondamentale ne variera pas de plus de 20 dB sur une octave.

[0036] De préférence, la différence d'intensité de des secondes et troisièmes harmoniques rapportée à **15** l'intensité fondamentale ne variera pas de plus de 25 dB sur une octave.

[0037] La présente invention tire profit des variations graduelles de timbre offertes par la grande variété de forme et de matériaux disponibles pour la **20** fabrication de tuyaux d'orgues, en particulier les tuyaux à bouche.

[0038] Par exemple, les tuyaux bouchés par un tampon 3 produisant des ondes stationnaires présentant un ventre localisé à hauteur de la bouche du tuyau et un nœud à **25** l'extrémité fermée de celui-ci, seuls les modes de résonnances présentant un nombre impair de quart de longueur d'onde seront perceptibles. On aura donc une fondamentale f_0 correspondant à $1/4$ de longueur d'onde, suivie par la seconde harmonique présentant une fréquence **30** $3 \cdot f_0$ correspondant à $3/4$ de longueur d'onde et ainsi de suite.

[0039] Dans les tuyaux bouchés dit « à cheminée », la présence d'une ouverture dans le tampon permet de produire quelques harmoniques paires ($1/2$ onde et $3/2$ onde

en plus du $1/4$ et $3/4$ onde). Ces tuyaux à cheminée peuvent produire des harmoniques plus riches que certains tuyaux ouverts coniques.

- [0040]** Pour les tuyaux ouverts, la richesse des harmoniques peut être variée en modifiant la conicité du résonateur 1 : plus le diamètre d de l'extrémité ouverte est faible par rapport au diamètre D du résonateur 1 à hauteur de la bouche, moins les harmoniques élevées seront présentes.
- 10 [0041]** La présence d'une seconde bouche peut permettre de réduire encore la transition entre tuyaux bouchés et les flûtes coniques. En effet, cette transition entre les tuyaux bouchés et les flûtes ouvertes pose un problème supplémentaire : les tuyaux bouchés présentent la particularité de ne produire pratiquement que les harmoniques impaires, alors que les flûtes présentent une réduction monotone des intensités des harmoniques successives, paires et impaires. En particulier, la deuxième harmonique ($3f_0$) est parfois plus intense que le son fondamental, et la quatrième harmonique ($5f_0$) est elle aussi très intense. Le tuyau conique à double bouche permet de réduire cet écart, en présentant une deuxième harmonique ($3f_0$) plus intense que le tuyau à simple bouche et une première harmonique ($2f_0$) légèrement réduite.
- 25 [0042]** Enfin, pour les tuyaux présentant un résonateur 1 droit (section à hauteur de la bouche identique à la section de l'autre extrémité du tuyau), la richesse des harmoniques peut encore être augmentée par l'utilisation de diamètres D plus faibles.
- 30 [0043]** Ainsi, on parviendra à faire varier le timbre de manière quasi continue au sein d'un même jeu de tuyau en commençant une première octave avec des tuyaux bouchés, poursuivant avec des tuyaux coniques présentant une conicité de plus en plus faible, suivi de tuyaux

cylindriques présentant un diamètre de plus en plus faible. Eventuellement, des tuyaux à cheminée pourraient être insérés dans la série de tuyaux à une place permettant de respecter la gradation quasi continue de la richesse des harmoniques.

[0044] De préférence, les premiers tuyaux coniques ouverts présenteront une double bouche, de façon à adoucir la transition entre tuyaux bouchés et tuyaux ouverts.

[0045] Le second paramètre permettant de varier le timbre d'un tuyau est la rigidité du matériau utilisé pour sa fabrication. Ainsi, pour une forme donnée, plus le matériau est rigide, plus il aura tendance à générer des harmoniques élevées. Ainsi, on pourra produire une gradation depuis les harmoniques les plus pauvres vers les harmoniques les plus riches dans l'ordre suivant : plastique, bois tendre, bois dur, Pb, Sn.

[0046] Une gradation quasi-continue pourra par exemple être obtenue en utilisant un alliage Pb/Sn dont on varie les proportions de Pb d'un tuyau à l'autre (ou d'une octave à l'autre).

[0047] Enfin, dans une moindre mesure, d'autres paramètres tels que la forme de la bouche 2 (rapport largeur/hauteur) peuvent aussi contribuer à la variation quasi continue du timbre de tuyaux au sein du même jeu.

[0048] La présente invention ne se limite pas aux tuyaux à bouche mais pourrait aisément être transposées à d'autres types de tuyaux tels que des tuyaux à anches.

[0049] Afin de réduire l'encombrement induit par les bourdons de grande taille (octave de 16' et de 8' en particulier), un nouveau type d'assemblage de tuyaux est aussi divulgué.

[0050] Cet assemblage de tuyaux d'orgue comprend au moins deux tuyaux à bouche formés d'une face avant, d'une face arrière, de parois latérales et de cloisons séparant

les tuyaux individuels. La face arrière est avantageusement produite d'une seule pièce, tandis que la face avant est éventuellement composée de deux pièces s'étendant latéralement sur l'ensemble des tuyaux.

5 [0051] De façon alternative, la face avant est aussi produite d'un seul tenant.

[0052] la face avant est percée de bouches présentant une lèvre supérieure et une lèvre inférieure dans l'espace défini entre les cloisons. Des biseaux sont
10 disposé à l'intérieur des tuyaux définissant une lumière entre les lèvres inférieures des bouches et les biseaux.

[0053] Dans le cas où la face avant est formée en deux parties, la partie inférieure comprend la lèvre inférieure des bouches, et la partie supérieure comprend la
15 lèvre supérieure des bouches.

[0054] Les cavités définies sous les biseaux comprennent des moyens pour les alimenter individuellement en vent, et les cavités situées au dessus des biseaux définissent le résonateur de chaque tuyau.

20 [0055] De préférence, les faces avant et arrières de l'assemblage son situés dans des plans sécants, de façon à permettre une progression appropriée de la profondeur des résonateurs par rapport à leurs hauteurs.

[0056] Avantageusement, la largeur de chaque tuyau
25 est adaptée à la hauteur des résonateurs correspondants de façon à permettre une progression appropriée de largeur des résonateurs par rapport à leur hauteur.

[0057] De préférence, la face avant et/ou arrière de l'assemblage présente un profil en escalier de façon à
30 définir la hauteur individuelle de chaque résonateur, tel que représenté à la figure 3.

[0058] De façon alternative, la position verticale des bouches et des biseaux est variée de façon à adapter la hauteur des résonateurs tel que représenté à la figure 4.

[0059] Avantageusement, les tuyaux sont bouchés au moyen de tampons mobile permettant d'ajuster la hauteur des résonateurs tel que représenté à la figure 5.

[0060] Avantageusement, les cloisons et les parois
5 sont assemblées aux faces avant et arrière au moyen d'assemblages dit en queue d'aronde. Dans ce cas néanmoins, afin de faciliter l'assemblage, les faces avant et arrière seront de préférence parallèles. Ce type d'assemblage peut être obtenu par exemple à partir de l'ensemble de
10 construction « bwatakoulys » décrit dans le document EP1022968.

[0061] Le jeu de tuyaux de l'invention pourra être utilisé comme jeux supplémentaire dans un orgue classique, mais sera de préférence utilisé dans un instrument à vent
15 similaire, mais ne présentant physiquement qu'un jeu unique de tuyaux.

[0062] Dans ces instruments, les tuyaux sont alimentés au travers d'un sommier alimenté en vent au moyen d'une soufflerie électrique. L'alimentation en vent de
20 chaque tuyau est contrôlée individuellement par des électrovannes commandées par une unité de contrôle, ou combineur.

[0063] L'unité de contrôle comprendra de préférence une ou des interfaces de type MIDI, pour pouvoir connecter
25 un ou des claviers compatible MIDI.

[0064] La correspondance entre les touches du clavier et les tuyaux peut être faite selon de nombreux découpages : soit des découpages dits fondamentaux, selon lesquels le première touche du clavier correspond à un Ut
30 d'une des octaves précédemment définies, soit des découpages dits de mutations pour lesquels la première touche du clavier correspond à un autre tuyaux, tel que celui correspondant à une flûte de 10 pieds 2/3 (quinte), 5 pieds 1/3 (quinte), 1 pied 1/ 3/5 (tierce),...

[0065] Généralement, les mutations seront associées à un découpage fondamental au moyen de claviers distincts.

[0066] Le combinateur peut aussi proposer des mixtures, dans lesquelles plusieurs tuyaux correspondent à
5 une seule touche du clavier, selon des harmonies prédéterminées. Ces mixtures associent typiquement une fondamentale et une ou des harmoniques, ou d'autres combinaisons harmoniques.

[0067] Ces mixtures permettent aussi de générer des
10 sons résultants à des fréquences plus basses que la fréquence fondamentale, ce qui permet de simuler la présence de tuyaux plus grands que les tuyaux réellement présents. Par exemple, un jeu de 32 pieds peut être simulé en utilisant une mixture actionnant simultanément une
15 fréquence fondamentale et sa quinte (soit aux fréquences respectives f_0 et $1,5 \cdot f_0$, produisant une résultante à $f_0/2$).

[0068] Eventuellement, la première octave peut aussi être produite par un synthétiseur, afin de réduire
20 l'encombrement induit par la présence des tuyaux bouchés de 8' (produisant des sons correspondant à des flûtes ouvertes de 16').

[0069] De manière plus générale, le jeu de tuyaux de la présente invention peut avantageusement être associé à
25 un synthétiseur, y compris sur l'ensemble de la gamme. Dans ce cas, la progression des différents tuyaux sera adaptée en fonction de la progression désirée du synthétiseur. Cette association du jeu de tuyaux de l'invention avec un synthétiseur permet d'associer les sons « vivants » des
30 tuyaux d'orgues réels aux sons synthétiques du synthétiseur.

Exemple

[0070] Un prototype d'instrument de musique selon une forme préférée de l'invention a été produit selon les spécifications ci-après.

[0071] L'orgue de l'exemple de réalisation de
5 l'invention comprend un jeu unique de 109 tuyaux, répartis sur 9 octaves, depuis Ut 0, correspondant à une flûte de 16 pieds jusqu'à Ut 8 plus un tuyau pour Ut 9, correspondant à une flûte de 1/32 pied, chaque octave comprenant 12 demi-tons.

10 [0072] Pour faciliter la description de l'invention nous décrirons plus particulièrement le premier tuyau de chaque octave, et éventuellement la position particulière dans la gamme d'autres transitions discontinues, bien que présentant une variation continue du timbre des tuyaux. Il
15 est bien entendu que des paramètres tels que la conicité ou le diamètre ont été variés de manière continue, même au sein d'une même octave.

[0073] Les douze premiers tuyaux, formant la première octave sont constitués de tuyaux 4 de bois
20 comprenant un tampon 3 à l'extrémité du résonateur, permettant ainsi de réduire l'encombrement pour une note donnée. Ces tuyaux bouchés correspondent à l'appellation classique des bourdons. Le premier tuyau est un tuyau bouché de 8', produisant donc un son correspondant à un
25 tuyau ouvert de 16', soit un Ut0 à environs 32 Hz. La section carrée présente un côté de 25cm.

[0074] La seconde octave (Ut 1) 5 est aussi constituée de douze tuyaux de bois bouchés. Ces tuyaux bouchés correspondent à des flûtes bouchées selon
30 l'appellation classique. Le premier tuyau est un tuyau bouché de 4', produisant donc un son correspondant à un tuyau ouvert de 8', soit un Ut1 à environs 64 Hz. La section carrée présente un côté de 13,5cm.

[0075] Les premiers tuyaux de la troisième octave (Ut2) sont des tuyaux coniques 6 d'un alliage Pb/Sn riche en Pb. La concentration en Sn de cet alliage dans le premier tuyau de cette octave est de 15%. Le diamètre à hauteur de la bouche de ce premier tuyau est de 12cm, tandis que le diamètre de son extrémité libre est de 2 cm. Les premiers tuyaux de cette octave présentent aussi la particularité d'être à « double-bouche ». Hors de la particularité « double bouche », ces tuyaux correspondent à des flûtes à fuseau.

[0076] A partir du Sol de cette troisième octave, la seconde bouche est supprimée, et la composition est enrichie à 20% d'étain.

[0077] La quatrième octave est constituée de douze tuyaux coniques 7 de l'alliage Pb/Sn, dont la teneur en Sn est cette fois de 35%. L'Ut3 de cette octave présente un diamètre à hauteur de la bouche de 4,6cm, pour un diamètre au niveau de son extrémité libre de 3cm. Ces tuyaux correspondent à l'appellation traditionnelle de flûtes coniques.

[0078] La cinquième octave est constituée de douze tuyaux cylindriques 8 dont la teneur en plomb est de 50%. Le diamètre de l'Ut4 est de 2,6cm. Ces tuyaux correspondent à des principaux larges.

[0079] La sixième octave est constituée de douze tuyaux cylindriques 9 dont la teneur en Sn est de 60%. Le diamètre de l'Ut5 est de 1,8cm. Ils correspondent à des piccolo selon l'appellation traditionnelle.

[0080] L'ensemble des tuyaux suivant l'Ut6 présentent un taux d'étain de 70% et correspondent à des Piccolos selon la dénomination traditionnelle. Le diamètre de l'Ut6 est de 1,3cm.

[0081] Un unique tuyau 12 vient clore la huitième octave par un Ut9, tuyau dont la composition et la forme est identique à celle des tuyaux de la neuvième octave.

[0082] Un prototype d'instrument selon cet exemple
5 est représenté à la figure 6 (l'octave commençant à l'Ut0 n'est pas représentée). Dans ce prototype, les tuyaux correspondant à l'octave commençant à l'Ut1 sont constitués d'un assemblage de tuyaux 40.

[0083] Des mesures acoustiques ont été faites sur
10 des tuyaux de cet exemple, démontrant la variation graduelle des timbres dans le jeu proposé. Une mesure sur un tuyau à simple bouche a été ajoutée à l'Ut2, afin de vérifier l'efficacité d'une telle modification. Ce tuyau est identique au tuyau Ut2 de l'exemple, à l'exception de
15 la double bouche. On remarquera que la présence de la seconde bouche permet de légèrement réduire la première harmonique et d'augmenter la seconde de manière sensible, ce qui réduit de manière sensible la transition entre le timbre des tuyaux bouchés et celui des premiers tuyaux
20 ouverts.

[0084] Les mesures ont été effectuée dans l'atelier de fabrication de la facture d'orgue, néanmoins, deux mesures simultanées en deux endroits de cet atelier ont permis de vérifier l'absence d'artéfacts dû à la pièce.
25 Enfin, notons que les mesures ont été faites avant l'accord de l'instrument, les notes ne correspondant pas de manière absolue aux note de la gamme classique (en particulier pour le dernier ut).

[0085] les sons ont été enregistrés au moyen de deux
30 micro AudioTechnica AT-3032, branchés sur un enregistreur digital PCM D50, au moyen d'un adaptateur Sony XLR-1. Les sons obtenus ont ensuite été traités par transformée de Fourier (FFT) afin d'en extraire les composantes spectrales. Pour chaque mesure, l'intensité de la

composante fondamentale et des différentes harmoniques a été calculée et rapportée à la composante la plus intense (0dB pour la composante la plus intense). Les résultats sont présentés au tableau 1.

- 5 [0086]** On remarquera pour la transition entre les tuyaux bouchés et les tuyaux ouverts l'évolution particulière des premières et secondes harmoniques : depuis une atténuation de 6 dB pour Ut 1, suivi d'une seconde harmonique atténuée de 30 dB pour Ut 2 et une atténuation
- 10** de 38 dB pour Sol 2. Notons que la double bouche permet d'atténuer la transition : 30 dB d'atténuation au lieu de 48 dB pour le tuyau simple bouche. Pour la première harmonique, on passe de 37, puis 16, 4 et 1 dB d'atténuation de la première harmonique par rapport à la
- 15** fondamentale, ce qui présente une gradation inaudible d'une note à la note un demi-ton supérieure.

[0087] Notons qu'au-delà de Ut4, les harmoniques décroissent de manière régulière, ces harmoniques étant à des fréquences peu audibles par l'oreille humaine.

- 20 [0088]** L'exemple de jeu de tuyaux présenté ci-dessus est une possibilité de réalisation de l'invention parmi d'autre. En effet, l'homme du métier comprendra aisément quels types de tuyaux combiner d'une octave à l'autre pour obtenir des sonorités plus ou moins riches en harmoniques.
- 25 [0089]** Selon une méthode de l'invention, on déterminera la progression des formes et de matériau en mesurant les composantes harmoniques de différents jeux d'un même orgue pour en déduire quel type de tuyaux utiliser pour obtenir une progression des timbres conforme
- 30** à l'invention. De cette manière, pour peu que l'on ait accès à une orgue comprenant suffisamment de jeux différents, on aura à disposition un nombre important de type de tuyaux différents permettant de déterminer lesquels utiliser.

	Fréquence (Hz)	Niveaux d'harmoniques relatifs (dB), l'harmonique la plus forte étant prise comme référence (0dB)									
Fréquence (multiple de Fo)	Fo	2Fo	3Fo	4Fo	5Fo	6Fo	7Fo	8Fo	9Fo		
Ut1 (8')	64	0	-37	-6	-31	-28	-31	-45	-43	-44	
Ut2 (4') double bouche	127	0	-16	-30	-45	-62	-59	-65	-71	-73	
Sol2 (simple bouche)	190	0	-4	-38	-41	-36	-39	-38	-44	-45	
Ut3 (2')	252	0	-1	-23	-36	-42	-39	-39	-43	-48	
Ut4 (1')	506	0	-10	-25	-34	-32	-39	-36	-50	-49	
Ut5 (1/2')	1010	0	-19	-25	-39	-39	-54	-46	-51	-57	
Ut6 (1/4')	2017	0	-25	-33	-54	-48	-47	-51	-62		
Ut7 (1/8')	4023	0	-31	-35	-50	Harmoniques en dehors					
Ut8 (1/16')	7666	0	-30	des fréquences audibles							
Ut9 (1/32')	11940	0									
Ut2 (4') simple bouche	117	0	-11	-47	-38	-37	-41	-43	-45	-53	

REVENDICATIONS

1. Jeu de tuyaux d'orgue comprenant au moins 54 tuyaux caractérisé en ce que ledit jeu présente une variation de la richesse des harmoniques générées, en utilisation, par lesdits tuyaux, et en ce que l'intensité de la première harmonique rapportée à l'intensité de la fondamentale présente un maximum à une fréquence comprise entre 150 et 500 Hz, de préférence entre 200 et 300 Hz et le maximum présentant une différence d'au moins 20dB par rapport à l'intensité de la première harmonique rapportée à l'intensité de la fondamentale du tuyau produisant la fréquence la plus basse.

2. Jeu de tuyaux d'orgue selon la revendication 1 caractérisé en ce que le jeu comporte des tuyaux produisant des notes réparties depuis au moins ut 1 (66 Hz) jusque au moins ut5 (1kHz) et en ce que le rapport d'intensité de la première harmonique rapportée à la fréquence fondamentale présente une différence entre le l'ut 3 (environs 260 Hz) et l'ut 1 (environs 66 Hz) supérieure à 30 dB.

3. Jeu de tuyaux d'orgue selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que les tuyaux sont des tuyaux à bouche.

4. Jeu de tuyaux d'orgue selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel la variation des harmoniques est obtenue par l'utilisation d'au moins trois types de tuyaux sélectionnés parmi le groupe consistant en bourdon, flûte bouchée, flûte à fuseau, flûte conique, flûtes, principaux larges, principaux, salicional, gambe et piccolo.

5. Jeu de tuyaux d'orgue selon la revendication 4 comprenant en outre des bourdons à cheminées ou des flûtes bouchées à cheminées.

6. Jeu de tuyaux d'orgue selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5 comprenant en outre des tuyaux à double bouche.

5 7. Jeu de tuyaux d'orgue selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel la variation de la richesse des harmoniques est obtenue par l'utilisation de matériaux de compositions différentes.

8. Jeu de tuyaux d'orgue selon la revendication 7 dans lequel les tuyaux produisant les tons
10 les plus bas sont en bois, suivis par des alliages Pb/Sn, les tuyaux en alliage produisant les tons les plus bas comprenant plus de Pb que les tuyaux produisant les tons les plus élevés.

9. Jeu de tuyaux d'orgue selon l'une
15 quelconque des revendications précédentes dans lequel la variation de la richesse des harmoniques est obtenue en variant le rapport de leur longueur sur leur circonférence.

10. Instrument à vent comprenant un unique jeu de tuyaux d'orgue selon l'une quelconque des
20 revendications précédentes et comprenant en outre des électrovannes permettant d'activer chaque tuyau individuellement, et une unité de contrôle contrôlant l'activation desdites électrovannes.

11. Instrument à vent selon la revendication
25 11 dans lequel ladite unité de contrôle comprend au moins une interface midi pour connecter au moins un clavier à ladite unité de contrôle.

12. Instrument à vent selon les revendications 10 ou 11 caractérisé en ce que ladite unité
30 de contrôle comprend en outre des moyens permettant de synthétiser des sons, de préférence, dans les fréquences les plus basses.

13. Instrument à vent selon l'une quelconque des revendications 10 à 12 caractérisé en ce que ladite

24

unité de contrôle permet de dédoubler ledit jeu unique selon au moins deux sections.

14. Instrument à vent selon l'une quelconque des revendications 10 à 13 caractérisé en ce que ladite
5 unité de contrôle permet d'associer plusieurs tuyaux à une note particulière selon des mixtures harmoniques.

15. Instrument à vent selon la revendication 14 caractérisé en ce que chaque note d'une mixture est obtenue en faisant parler un tuyau produisant une fréquence
10 f_1 simultanément avec un tuyau produisant une fréquence $f_2 = 1,5 * f_1$, de manière à produire un son de fréquence $f_0 = f_1/2$.

16. Méthode pour déterminer un jeu de tuyaux d'orgue en progression harmonique selon l'une quelconques
15 des revendications 1 à 9 comprenant les étapes suivantes :

- se procurer un orgue de l'art antérieur comprenant une grande variété de jeux de tuyaux distincts,
- pour chaque jeu, mesurer les composantes
20 harmoniques d'au moins un tuyau à au moins une fréquence,
- choisir les tuyaux composants le jeu de tuyaux d'orgues en progression harmonique en fonction des composantes harmoniques mesurées de manière à ce
25 que l'intensité de la première harmonique rapportée à l'intensité de la fondamentale présente un maximum à une fréquence comprise entre 150 et 500 Hz, de préférence entre 200 et 300 Hz et le maximum présentant une différence d'au moins 20dB (de
30 préférence 30 dB) par rapport à l'intensité de la première harmonique rapportée à l'intensité de la fondamentale du tuyau produisant la note à la fréquence la plus basse.

17. Assemblage de tuyaux d'orgue (20,30,40) comprenant au moins deux tuyaux (22) à bouche, ledit assemblage comprenant une face avant(26), une face arrière(23), deux parois latérales (25) et au moins une cloison (24,34,44) séparant les tuyaux individuels (22), la face avant étant percée de bouches (21,31,41) présentant une lèvre supérieure et une lèvre inférieure dans la surface définie entre les cloisons, et des biseaux (27) étant disposés à l'intérieur des tuyaux définissant une lumière entre les lèvres inférieures des bouches (21,31,41) et les biseaux, les cavités définies sous les biseaux comprenant des moyens pour les alimenter individuellement en vent, et les cavités situées au dessus des biseaux définissant le résonateur de chaque tuyau.

18. Assemblage de tuyaux d'orgue (20,30,40) selon la revendication 17 dans lequel les faces avant (26) et arrière (23) de l'assemblage son situés dans des plans sécants, de façon à permettre une progression appropriée de la profondeur des résonateurs par rapport à leurs hauteurs.

19. Assemblage de tuyaux d'orgue (20,30,40) selon l'une quelconque des revendications 17 ou 18 dans lequel la largeur de chaque tuyau (22) est adaptée à la hauteur des résonateurs correspondants de façon à permettre une progression appropriée de largeur des résonateurs par rapport à leur hauteur.

20. Assemblage de tuyaux d'orgue (20) selon l'une quelconque des revendications 17 à 19 dans lequel la face avant (26) et/ou arrière (23) de l'assemblage présente un profil en escalier de façon à définir la hauteur individuelle de chaque résonateur.

21. Assemblage de tuyaux d'orgue (30) selon l'une quelconque des revendications 17 à 19 dans lequel la position verticale des bouches (31) et des biseaux (27) est variée de façon à adapter la hauteur des résonateurs.

22. Assemblage de tuyaux d'orgue (20,30) selon l'une quelconque des revendications 17 à 21 dans lequel des ouvertures verticales sont pratiquées dans le haut de la face arrière (23), ces ouvertures débouchant dans chaque tuyaux et s'étendant jusqu'au bord supérieur de ladite face arrière, la hauteur de ces ouvertures pouvant être réglée au moyen d'une planchette coulissante, de façon à pouvoir accorder la fréquence fondamentale de vibration de chaque tuyau (22) individuel.

23. Assemblage de tuyaux d'orgue (40) selon l'une quelconque des revendications 17 à 19 dans lequel les tuyaux sont bouchés au moyen de tampons mobile (42) permettant d'ajuster la hauteur des résonateurs.

24. Assemblage de tuyaux d'orgue (20,30,40) selon l'une quelconque des revendications 17 à 23 dans lequel la face avant (26) est formée en deux parties, une partie inférieure comprenant la lèvre inférieure des bouches (21,31,41), et une partie supérieure comprenant la lèvre supérieure des bouches (21,31,41).

25. Assemblage de tuyaux d'orgue (20,30,40) selon l'une quelconque des revendications 17 à 24 dans lequel les cloisons (24,34,44) et les parois latérales (25) sont assemblées aux faces avant (26) et arrières (23) au moyen d'assemblages dit en queue d'aronde (28).

1 / 4

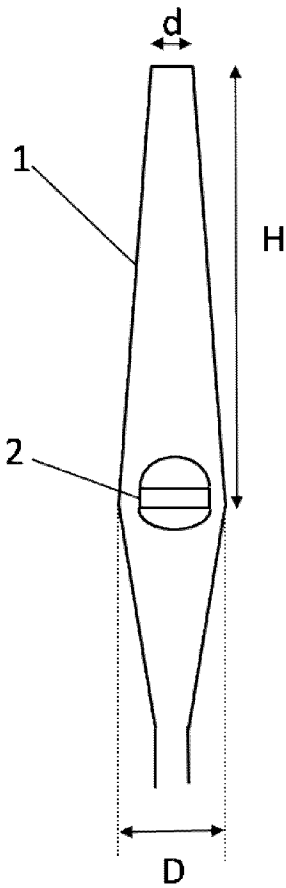


Figure 1

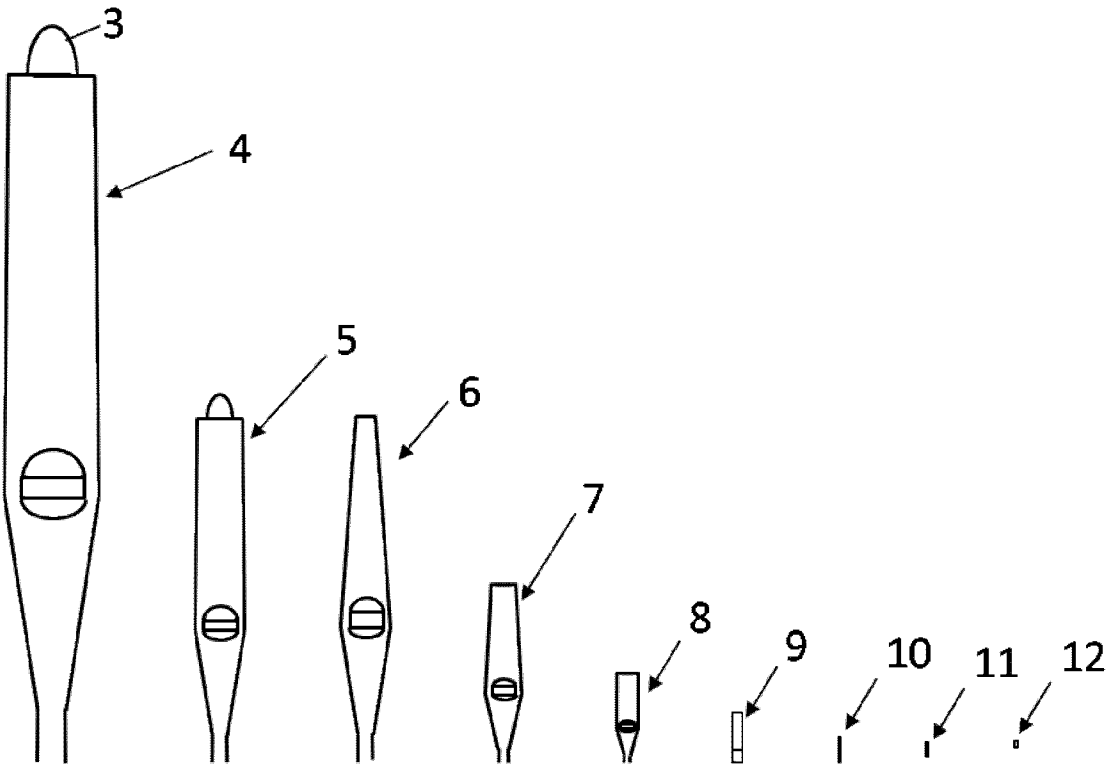


Figure 2

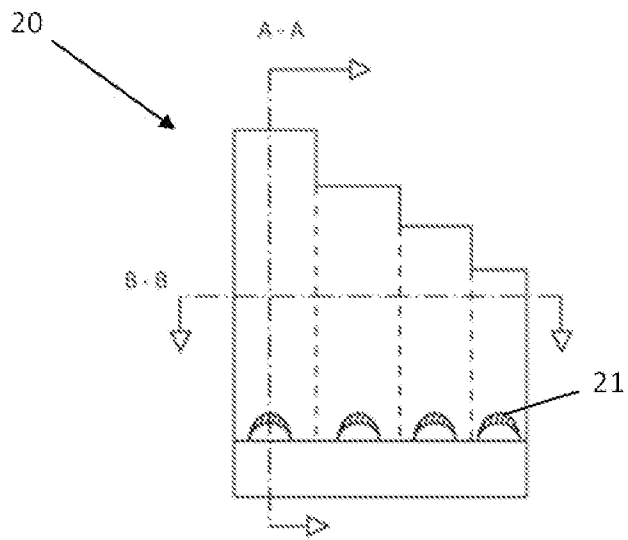


Fig. 3a

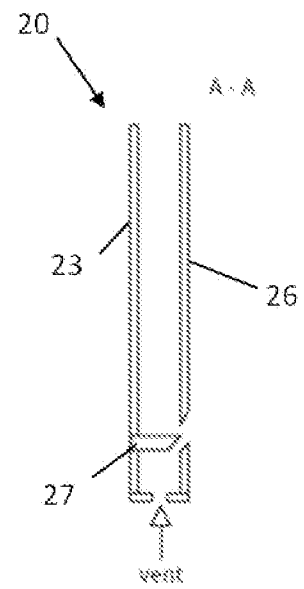


Fig. 3b

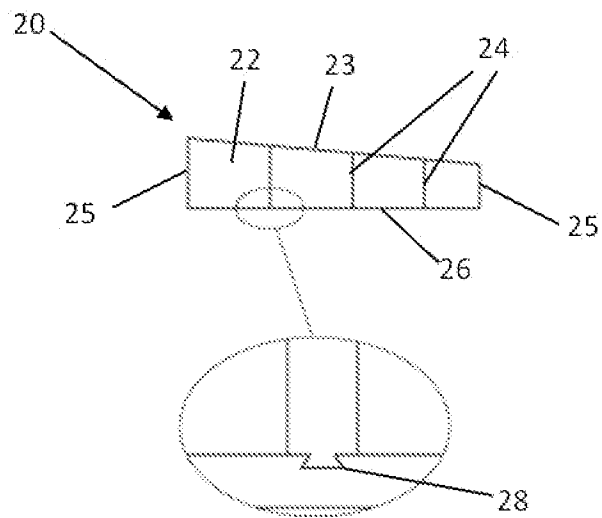


Fig. 3c

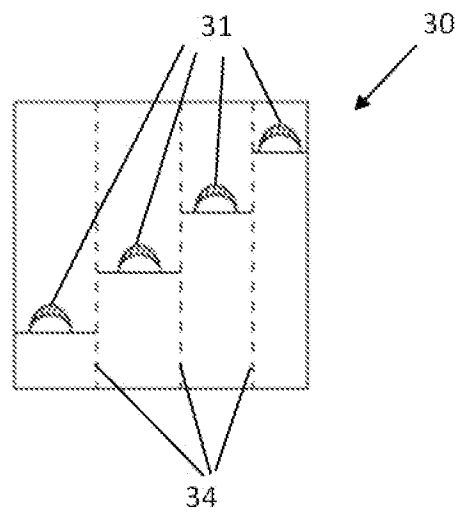


Fig. 4

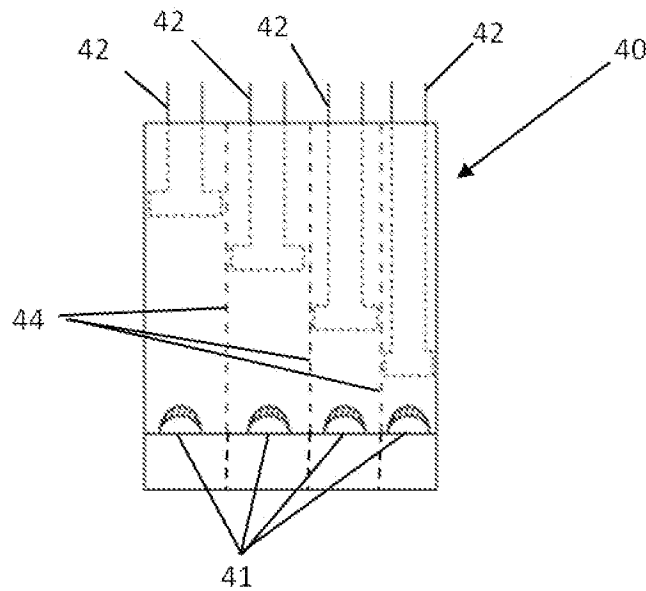


Fig. 5

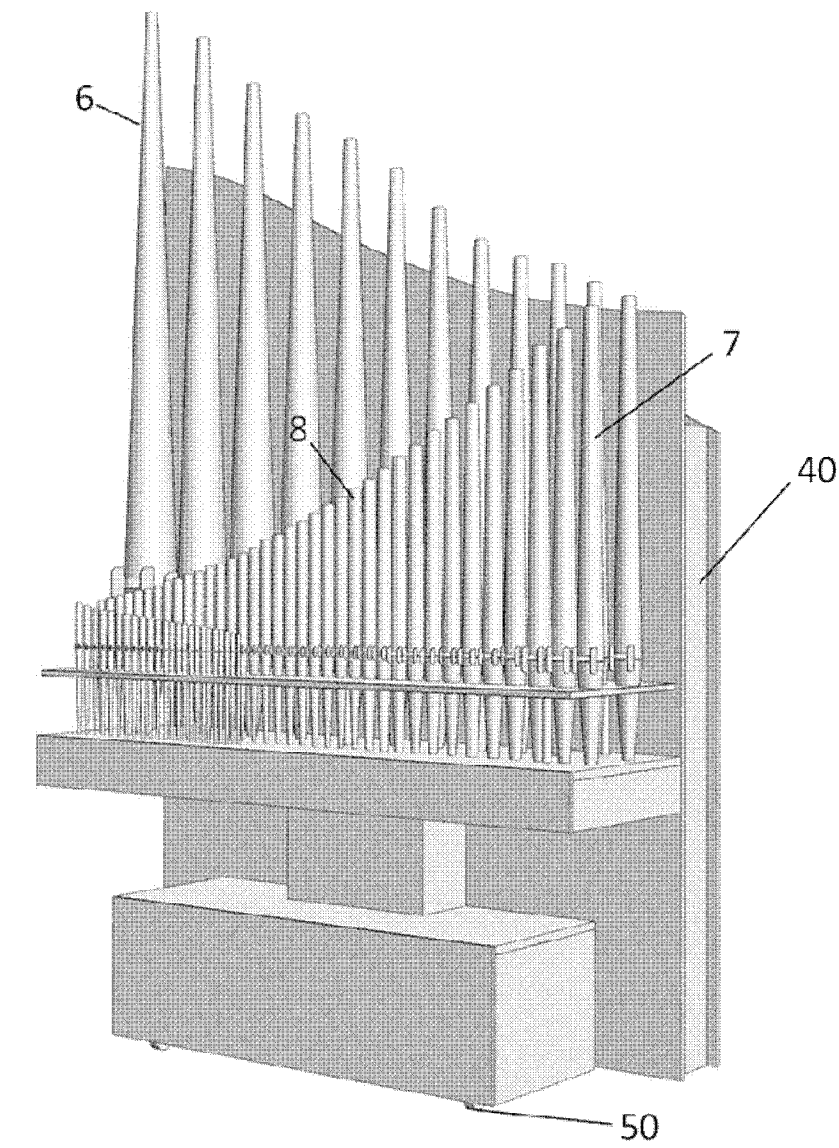


Fig. 6