(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 145 421**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **23 00842**

(51) Int Cl[8] : ***G 03 B 21/10*** *(2023.01), G 02 B 27/18, G 03 B 35/22*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 30.01.23.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 02.08.24 Bulletin 24/31.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *Whatever The Reality Société par actions simplifiée* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** MARINI Benoît.

(73) **Titulaire(s) :** Whatever The Reality Société par actions simplifiée.

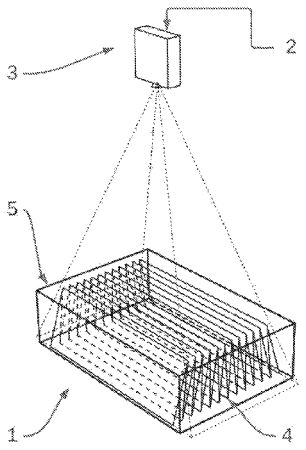
(74) **Mandataire(s) :** IP TRUST.

(54) Système de projection multicouche pour une perception relief passive de média tridimensionnel.

(57) Système (1) de projection comportant :

- un projecteur (3) agencé pour projeter une image selon une direction principale, dite direction de projection ;
- une surface de projection (4) formée d'une pluralité de couches semi-transparente, lesdites couches étant orientées transversalement à la direction de projection, la surface de projection formant support de visualisation pour une image projetée par le projecteur.

Figure à publier : figure 1



FR 3 145 421 - A1

Description

Titre de l'invention : Système de projection multicouche pour une perception relief passive de média tridimensionnel

Domaine technique

[0001] L'invention se situe dans le domaine de la visualisation de médias, et plus précisément dans celui de la visualisation de média tridimensionnel.

État de la technique antérieure

[0002] La visualisation de médias peut être réalisée par plusieurs moyens.

[0003] Classiquement, une image d'un média est projetée sur une surface de visualisation par un projecteur.

[0004] Usuellement, la surface de visualisation est une surface plane.

[0005] Un inconvénient de ce type de visualisation est l'absence de perception tridimensionnelle pour un spectateur.

[0006] Des procédés de restitution de vision tridimensionnelle sont connus.

[0007] La projection en relief sur écran nécessite le port de lunettes stéréoscopiques et propose un angle de vue limité et une fausse parallaxe.

[0008] Les hologrammes ne peuvent qu'afficher des médias tridimensionnels statiques, de tailles modérées, de l'ordre de quelques dizaines de centimètres, et sont complexes à réaliser.

[0009] Les systèmes à balayage de l'espace reposent sur la persistance de la vision humaine pour fusionner une série de tranches de l'objet tridimensionnel en une seule image tridimensionnelle. Du fait de la grande vitesse de rotation ou de translation de la partie mobile, ce type de dispositif est limité en taille, de l'ordre de quelques dizaines de centimètres.

[0010] Les dispositifs reposants sur des matrices de micros-lentilles sont complexes à réaliser et limités en tailles, de l'ordre de quelques dizaines de centimètres, leur angle de vision est limité.

Exposé de l'invention

[0011] L'invention a pour objectif de pallier tout ou partie des inconvénients précités, notamment la possibilité d'afficher des médias tridimensionnels de très grandes tailles (plusieurs mètres de côté), d'offrir un grand angle de vue, d'être compatible avec des médias calculés et temps réels donc potentiellement interactifs et de ne nécessiter aucun port de lunettes.

[0012] Selon un premier aspect de l'invention, il est proposé un système comportant :

- un projecteur agencé pour projeter une image (ou succession d'image, fixe ou animée) selon une direction principale, dite direction de projection ;

- une surface de projection (continue ou discontinue) formée d'une pluralité de couches semi-transparentes, chacune des couches étant orientées transversalement à une direction de projection, dite locale, sur ladite couche, la surface de projection formant support de visualisation pour une image projetée par le projecteur.

[0013] Selon un mode de réalisation, le système comporte en outre une structure de support comportant un cadre supérieur et un cadre inférieur, les cadres formant deux surfaces parallèles entre elles, chacune des couches s'étendant entre un segment supérieur inscrit dans la surface du cadre supérieur et un segment inférieur inscrit dans la surface du cadre inférieur. Les deux surfaces ne sont pas nécessairement parallèles même si c'est le mode de production privilégié.

[0014] De préférence, la surface de projection est continue, ce qui permet une simplification de la fabrication de la surface de projection.

[0015] Selon une possibilité, toutes les couches présentent une normale formant un angle aigu avec une direction de projection transversale localement à la surface de projection. Selon une autre possibilité, toutes les couches présentent une normale formant un angle obtus avec la direction de projection.

[0016] Selon une autre possibilité, dans lequel toutes les couches présentent une normale formant alternativement, un angle aigu et un angle obtus, avec une direction de projection locale transversale aux surfaces de projection.

[0017] Ces deux possibilités permettent une meilleure répartition spatiale du média que lorsque l'angle alterne entre aigu et obtus entre deux couches consécutives.

[0018] Des fils de soutiens peuvent être tendus pour positionner les couches dans le cadre supérieur ou inférieur.

[0019] Avantageusement, la surface de projection est en tulle.

[0020] Dans un mode de réalisation, une lentille et/ou un miroir est fonctionnellement disposé entre le projecteur et la surface de projection.

[0021] Un dispositif physique peut être placé et masquer partiellement ou totalement le système.

[0022] Un objet peut être placé entre le projecteur et la surface de projection ou au niveau de la surface de projection.

[0023] Selon un deuxième aspect de l'invention, il est proposé un procédé de projection d'un objet virtuel en volume au moyen d'un système selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant les étapes suivantes :

- génération d'un dispositif virtuel dual du système comportant :
- une caméra virtuelle présentant de mêmes caractéristiques que le projecteur,
- un maillage 3d, dit surface de projection virtuelle de mêmes caractéristiques que la surface de projection réelle,

- calcul d'une intersection tridimensionnelle virtuelle de la surface de projection virtuelle et de l'objet virtuel en volume,
- calcul d'une vue, aussi appelée rendu, de l'intersection tridimensionnelle
- export d'une image ou vidéo et/ou envoi au projecteur du système.

[0024] De préférence, le système présente une direction d'observation principale prédéterminée et le maillage 3d de la surface de projection virtuelle est épaissi selon la direction d'observation préalablement à l'étape de calcul (E2) de l'intersection tridimensionnelle virtuelle.

Description des figures

[0025] D'autres avantages et particularités de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée de mises en œuvre et de modes de réalisation nullement limitatifs, au regard de dessins annexés sur lesquels :

- [Fig.1] est un schéma de principe d'un exemple de réalisation d'un système 1 selon l'invention ;
- [Fig.2] illustre une construction d'une surface de projection d'un exemple de réalisation d'un système 1 selon l'invention ;
- [Fig.3] illustre deux types de motif distincts possibles pour la réalisation du système 1 de [Fig.1] ;
- [Fig.4] illustre plusieurs variantes de réalisation du système de [Fig.1] ;
- [Fig.5] illustre une variante de réalisation du système de [Fig.1], comportant un brise-vue et un fond noir ;
- [Fig.6] illustre une variante de réalisation du système de [Fig.1], comportant un objet physique supplémentaire dans le champ de projection ;
- [Fig.7] est un schéma de principe d'un exemple de réalisation d'un procédé selon l'invention ;
- [Fig.8] est un schéma de principe d'une surface virtuelle épaissie selon une direction d'observation.

Description de modes de réalisation.

[0026] Les modes de réalisation décrits ci-après n'étant nullement limitatifs, on pourra notamment considérer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites, par la suite isolées des autres caractéristiques décrites, si cette sélection de caractéristiques suffit à conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure. Cette sélection comprend au moins une caractéristique, de préférence fonctionnelle sans détails structurels, ou avec seulement une partie des détails structurels si cette partie uniquement suffit à conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure.

[0027] Sur les figures un élément apparaissant sur plusieurs figures conserve la même référence.

Système de projection

[0028] [Fig.1] représente un schéma d'un système de projection 1 selon un mode de réalisation.

[0029] Le système 1 est prévu pour projeter un média tridimensionnel. Le média tridimensionnel peut être un/des volume(s) et/ou une/des surface(s) définie dans l'espace. Le média peut être fixe ou animé.

[0030] Le média peut être notamment généré à partir :

- de formules mathématiques (surfaces, volumes….),
- d'objets 3D à base de faces (maillages 3D texturés),
- de nuages de points (issus de scanners lidar/photogrammétrie…),
- de cartes de profondeur, par exemple générées avec des caméras de profondeur de type Kinect.

[0031] Le système de projection 3D permet d'afficher le média tridimensionnel sur plusieurs couches et ce, avec un seul projecteur. Il permet à plusieurs observateurs de voir cet objet de différents points de vue, sans avoir besoin de porter des périphériques tels que des casques, lunettes de stéréoscopie.

[0032] À cet effet, selon un mode de réalisation, le système 1 comporte notamment :

- un ordinateur 2, ou une autre source vidéo et un logiciel associé qui génère une image ;
- un projecteur 3 agencé pour projeter des images selon une direction principale, dite direction de projection, et présentant un cône de projection formé autour de ladite direction de projection ;
- une surface de projection 4 semi-transparente formée d'une pluralité de couches semi-transparentes, ou transparentes, orientées transversalement à la direction de projection.

[0033] L'image peut être générée par le logiciel en temps réel ou peut être générée préalablement puis diffusée ultérieurement. Selon une variante du mode de réalisation, le système pourrait ne pas comprendre d'ordinateur, les images pouvant être préparées en amont et diffusées ultérieurement par le projecteur. Il est possible d'afficher de très grands médias tridimensionnels.

[0034] Avantageusement, la surface de projection 4 forme un support de visualisation pour tout ou partie d'une image projetée par le projecteur 3.

[0035] La surface de projection 4 peut être disposée sur une structure support 5 du système, ladite structure support formant armature pour la surface de projection.

[0036] Plus précisément, la structure de support 5 peut être formée d'un cadre supérieur et un cadre inférieur présentant chacun des fils de soutiens tendus prévus pour positionner

les couches.

[0037] De préférence, les cadres formant deux surfaces parallèles entre elles, orthogonales et centrées par rapport à la direction de projection. D'autres constructions géométriques sont possibles : les cadres peuvent ne pas être orthogonaux à la direction de projection, ou encore ne pas être centrés sur la direction de projection. Il est par ailleurs prévu de fabriquer une surface de projection à symétrie de révolution autour de la direction principale, proposant ainsi une plus grande régularité dans l'axe d'observation.

[0038] Chacune des couches peut être plane.

[0039] Chacune des couches peut être en tulle. Un tulle est un tissu transparent et vaporeux formé par un réseau de mailles régulières de fins fils de coton, de lin, de soie, de laine ou, plus récemment, de fibres synthétiques.

[0040] La sous-figure supérieure de gauche supérieure de la [Fig.2] représente un ensemble Ts de segments supérieurs formant une partition en bandes de la surface supérieure Ss. Un ensemble Ti de segments inférieurs forme une partition en bandes de la surface supérieure Ss, chacun des segments Ti étant l'image projetée d'un segment Ts lorsque le projecteur est en fonctionnement.

[0041] Une couche Ci est formée en associant un segment supérieur, Lsi, de l'ensemble Ts et un segment inférieur, Lii, de l'ensemble Tii.

[0042] La sous-figure de droite supérieure de la [Fig.2] représente une surface continue de projection. La partie inférieure de [Fig.2] illustre la possibilité d'avoir des surfaces non parallèles.

[0043] Comme illustré sur [Fig.3], plusieurs conformations de couches sont prévues :

- dans l'exemple représenté sur la sous-figure a), la surface de projection est continue. Plus particulièrement, à l'exception des extrémités, chacun des segments inférieur et segments supérieur appartient à deux couches ; cette conformation étant dite en zigzag ; les couches présentent une normale formant un angle avec la direction de projection qui alterne entre angle aigu et angle obtus.
- dans l'exemple représenté sur la sous-figure b), la surface de projection est discontinue. Plus particulièrement, chacun des segments supérieurs et des segments inférieurs appartiennent à une seule couche. En outre, à l'exception des extrémités, le segment inférieur d'une couche est l'image par la projection du supérieur d'une autre couche ; les couches présentent toutes une normale formant un angle aigu avec la direction de projection.

[0044] Comme illustré sur [Fig.4], selon une variante de l'invention, le système 1 peut en outre comprendre une lentille 6 fonctionnellement disposée entre le projecteur et la surface de projection. La lentille parallélise les chemins optiques, la surface semi-transparente offre une meilleure homogénéité de densité volumique d'affichage (et

donc une qualité visuelle plus homogène).

[0045] Comme illustré sur [Fig.4], selon une variante de l'invention, le système 1 peut en outre comprendre un miroir optique 6 et/ou une lentille 6' fonctionnellement disposé entre le projecteur et la surface de projection. Le miroir permet un renvoi de la projection qui peut être utile notamment pour des raisons des contraintes d'espace ou d'orientation préférentielle du projecteur.

[0046] Comme illustré sur [Fig.5], le système 1 peut en outre comprendre un dispositif physique qui masque partiellement le système. Le brise-vue 7 permet de masquer le projecteur, tandis que le brise-vue 7' permet de masquer la lumière résiduelle. Le système 1 peut en outre comprendre un fond noir pour piéger et absorber la lumière parasite transmise.

[0047] Comme illustré sur [Fig.6], le système 1 peut en outre comprendre un objet 8 placé entre le projecteur et la surface de projection, comme illustré sur la sous-figure a, ou au niveau de la surface de projection, comme illustré sur la sous-figure b. Soit l'objet ne reçoit pas de lumière de la part du projecteur, soit l'objet est éclairé par le vidéo projecteur, avec des techniques de vidéos mapping classique.

Procédé de projection d'un objet virtuel

[0048] [Fig.7] illustre un procédé de projection d'un objet virtuel en volume au moyen d'un système décrit précédemment, comportant les étapes suivantes :

- génération E1 d'un dispositif virtuel dual du système comportant :
  - i. une caméra virtuelle présentant de mêmes caractéristiques que le projecteur,
  - ii. un maillage 3d, dit surface de projection virtuelle ;
- calcul E2 d'une intersection tridimensionnelle virtuelle de la surface de projection virtuelle et du média en volume,
- calcul E3 d'une vue, aussi appelée rendu, de l'intersection tridimensionnelle
- export E4 vidéo et/ou envoi au projecteur du système.

[0049] Par exemple, si l'objet 3D est plein alors l'intersection 3D avec chaque surface plane de la surface de projection virtuelle sera une sur face en deux dimensions, si l'objet 3D est considéré uniquement comme une surface dans l'espace, alors l'intersection 3D avec chaque surface plane de la surface de projection virtuelle sera une courbe en 1 dimension de l'épaisseur choisie pour la rendre visible.

[0050] Les caractéristiques de la caméra virtuelle identiques à celles du projecteur sont, notamment : ouverture, focale, ratio hauteur, largeur, shift horizontal et vertical, position et orientation relative à la surface de projection virtuelle, distorsion d'optique.

[0051] Avantageusement, le procédé peut comporter, lorsque le système présente une direction d'observation principale prédéterminée, un maillage 3D de la surface de projection virtuelle épaissi selon la direction d'observation préalablement à l'étape de

calcul (E2) de l'intersection tridimensionnelle virtuelle. La [Fig.8] illustre l'épaississement de chacun des couches Ci pour former une surface virtuelle épaissie selon une direction d'observation principale prédéterminée d, ainsi qu'un objet o à projeter. La détermination de la projection de o se fait à partir du calcul de l'intersection de l'objet o avec la surface virtuelle épaissie, et non à partir du calcul de l'intersection de l'objet o avec la surface virtuelle.

[0052] La calibration du système par alignement du faisceau du projecteur avec le système physique est remarquable.

[0053] Le procédé peut en outre comprendre les étapes suivantes :

- simulation temps réel en contexte de toute configuration du système pour évaluer sa qualité avant sa fabrication,
- affichage de la qualité visuelle du média en fonction de différents points d'observation,
- afficher des informations/dimensions sur les matériaux de construction
- calibration du projecteur avec la surface de projection des images en temps réel.

[0054] Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention. De plus, les différentes caractéristiques, formes, variantes et modes de réalisation de l'invention peuvent être associés les uns avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où ils ne sont pas incompatibles ou exclusifs les uns des autres.

Nomenclature

[0055]

- 1 : système
- 2 : ordinateur
- 3 : projecteur
- 4 : surface de projection
- 5 : structure support
- 6 : lentille
- 6' : miroir
- 7 : écrans
- 8 : objet

Revendications

[Revendication 1] Système (1) de projection comportant :

- un projecteur (3) agencé pour projeter une image selon une direction principale, dite direction de projection ;
- une surface de projection (4) formée d'une pluralité de couches semi-transparente, chacune des couches étant orientée transversalement à une direction de projection, dite locale, sur ladite couche, la surface de projection formant support de visualisation pour une image projetée par le projecteur.

[Revendication 2] Système selon la revendication 1, comportant en outre une structure de support (5) formant armature pour la surface de projection, ladite structure comportant un cadre supérieur et un cadre inférieur, les cadres formant deux surfaces (Si, Ss), chacune des couches (Ci) s'étendant entre un segment supérieur (Lsi) inscrit dans la surface (Ss) du cadre supérieur et un segment inférieur (Lsi) inscrit dans la surface (Si) du cadre inférieur.

[Revendication 3] Système selon la revendication précédente, dans lequel la surface de projection est continue.

[Revendication 4] Système selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel toutes les couches présentent une normale formant un angle aigu avec la direction de projection locale ou toutes les couches présentent une normale formant un angle obtus avec la direction de projection locale.

[Revendication 5] Système selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel toutes les couches présentent une normale formant alternativement un angle aigu et un angle obtus, avec la direction de projection locale.

[Revendication 6] Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant des fils de soutiens tendus prévus pour positionner les couches.

[Revendication 7] Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la surface de projection (4) est en tulle.

[Revendication 8] Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre une lentille (6) et/ou un miroir (6') fonctionnellement disposé entre le projecteur et la surface de projection.

[Revendication 9] Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre un dispositif physique (7, 7') qui masque par-

tiellement ou totalement le système.

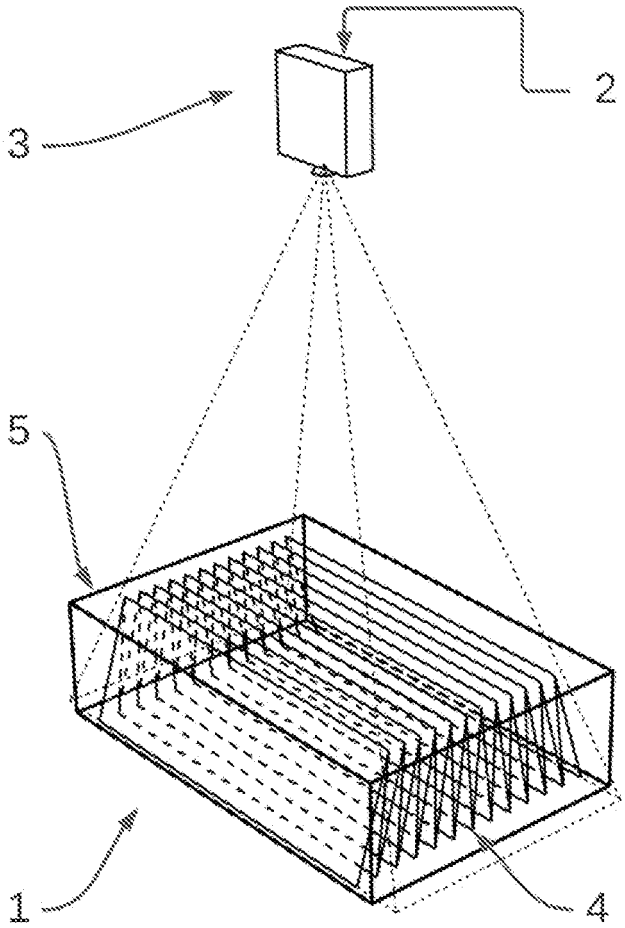
[Revendication 10] Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre un objet placé entre le projecteur et la surface de projection ou au niveau de la surface de projection.

[Revendication 11] Procédé de projection d'un objet virtuel en volume au moyen d'un système selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant les étapes suivantes :

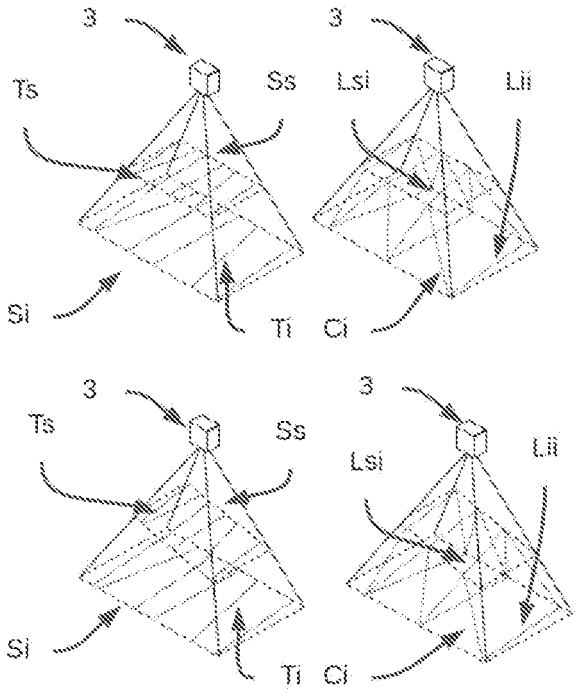
- génération (E1) d'un dispositif virtuel dual du système comportant :
  - i. une caméra virtuelle présentant de mêmes caractéristiques que le projecteur ;
  - ii. un maillage 3d, dit surface de projection virtuelle de mêmes caractéristiques que la surface de projection réelle,
- calcul (E2) d'une intersection tridimensionnelle virtuelle de la surface de projection virtuelle et de l'objet virtuel en volume,
- calcul (E3) d'une vue, aussi appelée rendu, de l'intersection tridimensionnelle
- export (E4) d'une image ou d'une vidéo et/ou envoi au projecteur du système.

[Revendication 12] Procédé selon la revendication précédente, dans lequel le système présente une direction d'observation principale prédéterminée et le maillage 3d de la surface de projection virtuelle est épaissi selon la direction d'observation préalablement à l'étape de calcul (E2) de l'intersection tridimensionnelle virtuelle.

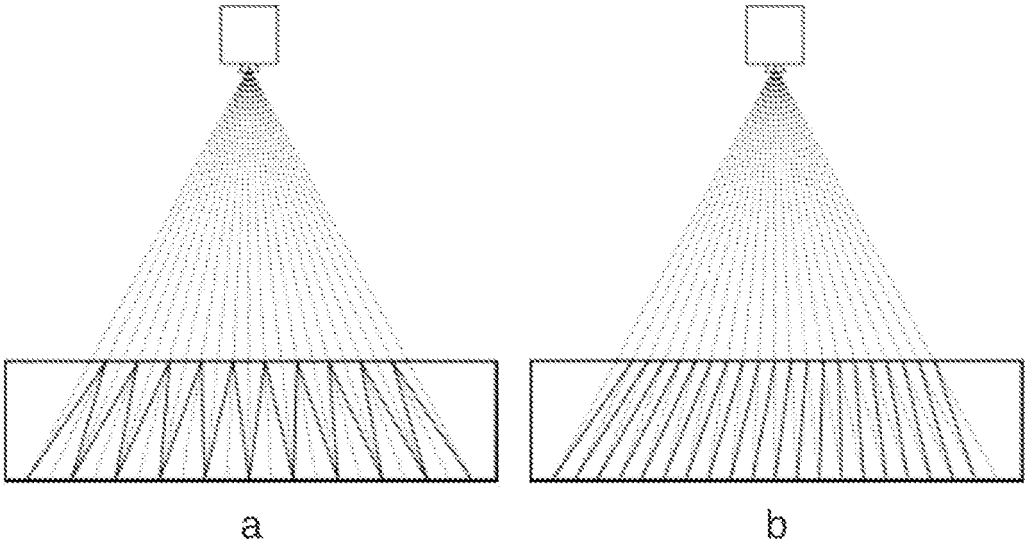
[Fig. 1]



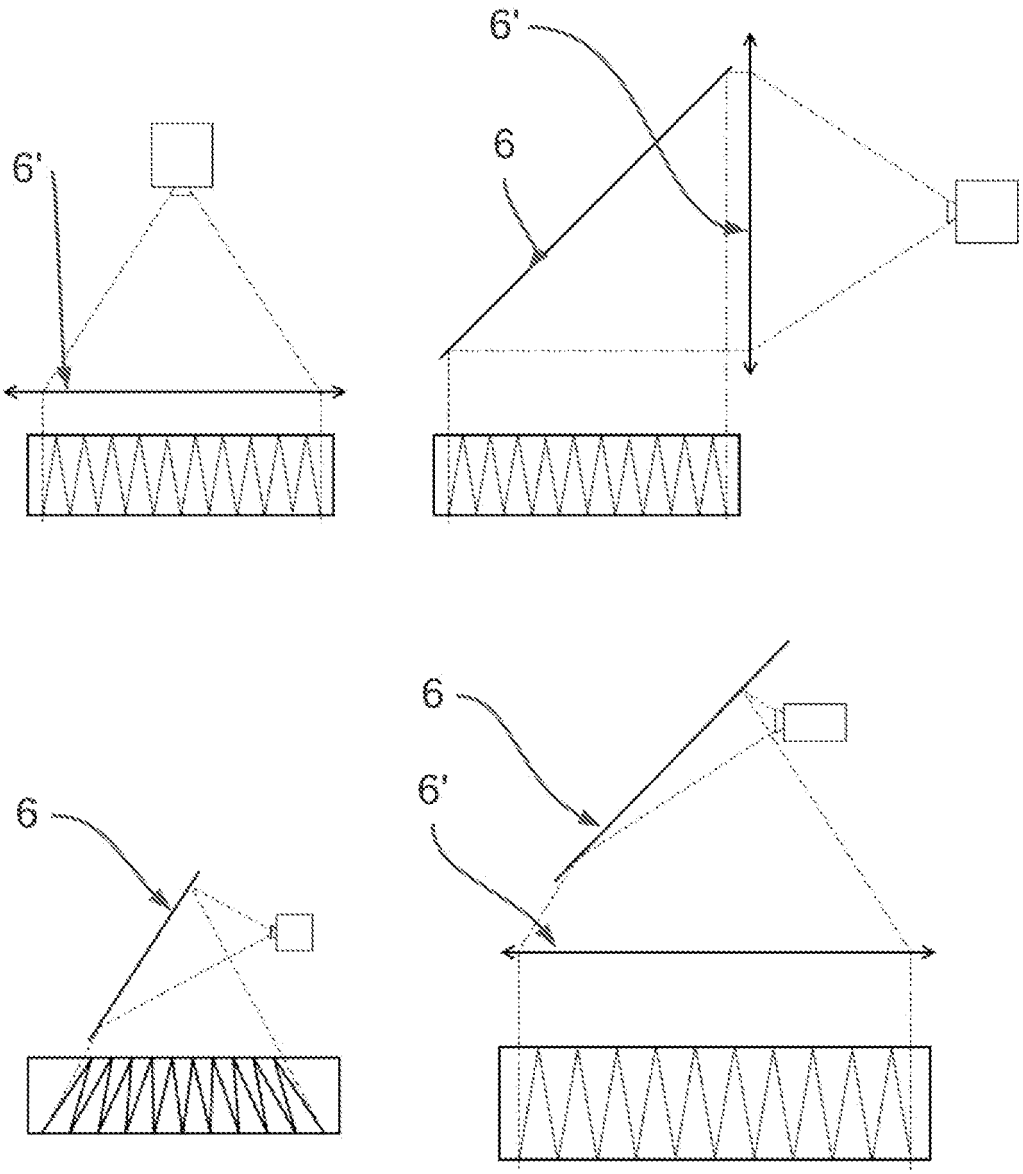
[Fig. 2]



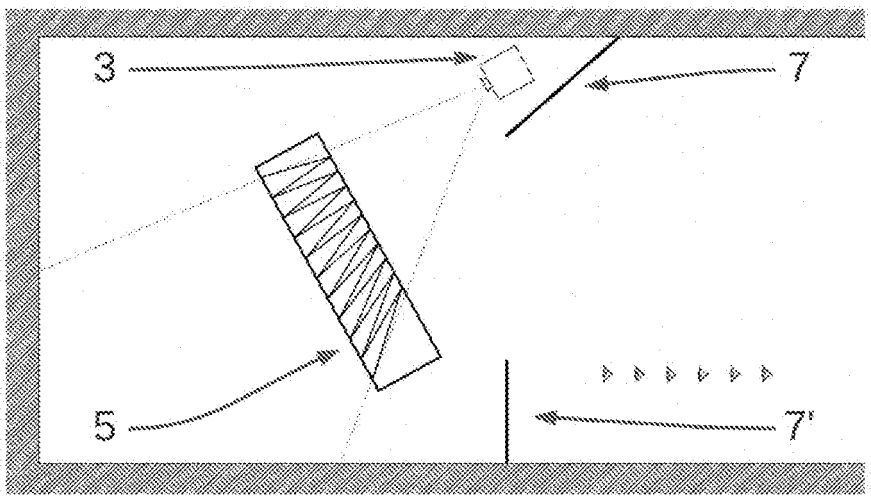
[Fig. 3]



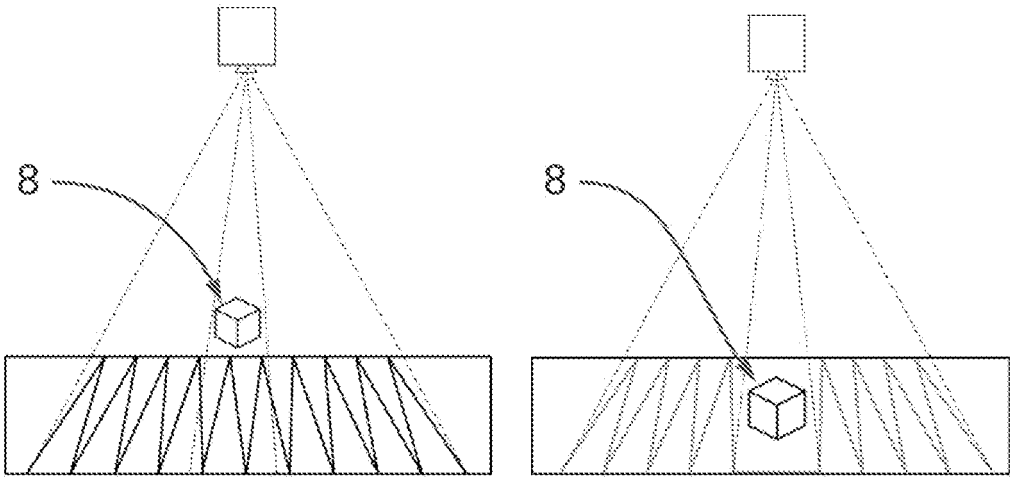
[Fig. 4]



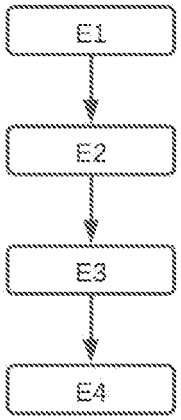
[Fig. 5]



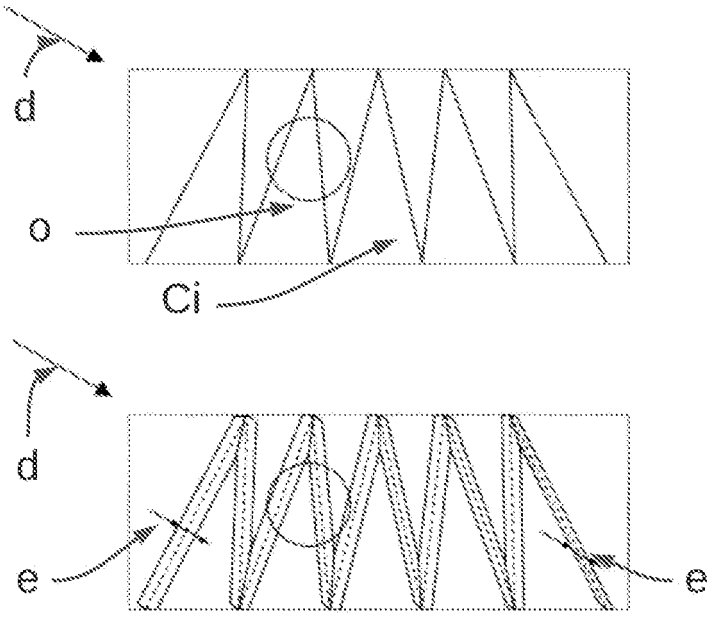
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 917855
FR 2300842

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X A	WO 2006/057157 A1 (MASE JITSURO [JP]) 1 juin 2006 (2006-06-01) * le document en entier *	1,2,4,6, 8,9,11 3,5,7, 10,12	G02B 27/18 G03B 21/10 G03B 35/22
X	JP 2008 020564 A (MASE SANEO) 31 janvier 2008 (2008-01-31) * alinéa [0027]; figures 1-8 *	1,4,8	
X	US 2 398 799 A (MILLER FREDERICK R) 23 avril 1946 (1946-04-23) * le document en entier *	1,4,7,10	
X	EP 1 288 708 B1 (ARISAWA SEISAKUSHO KK [JP]) 3 août 2005 (2005-08-03) * le document en entier *	1-5	
X	JP 2012 042599 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE; UNIV TOHOKU) 1 mars 2012 (2012-03-01) * alinéas [0016], [0019], [0024]; figure 1 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G03B

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
13 novembre 2023	Guidet, Johanna

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2300842 FA 917855

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 13-11-2023
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2006057157 A1	01-06-2006	JP 2006135378 A	25-05-2006
		WO 2006057157 A1	01-06-2006
JP 2008020564 A	31-01-2008	JP 4912773 B2	11-04-2012
		JP 2008020564 A	31-01-2008
US 2398799 A	23-04-1946	AUCUN	
EP 1288708 B1	03-08-2005	AT E301299 T1	15-08-2005
		CN 1457453 A	19-11-2003
		DE 60205312 T2	24-05-2006
		EP 1288708 A1	05-03-2003
		JP WO2002056112 A1	12-08-2004
		KR 20020082868 A	31-10-2002
		US 2003107803 A1	12-06-2003
		WO 02056112 A1	18-07-2002
JP 2012042599 A	01-03-2012	JP 5397912 B2	22-01-2014
		JP 2012042599 A	01-03-2012

EPO FORM P0465