

(19)



(11)

EP 2 296 129 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
14.11.2012 Bulletin 2012/46

(51) Int Cl.:
G08G 5/00 (2006.01) G08G 5/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10166828.3**

(22) Date de dépôt: **22.06.2010**

(54) **Dispositif et procédé d'aide à l'atterrissage avec indications aidant à la visibilité du monde extérieur**

Vorrichtung und Verfahren zur Landungsunterstützung mit Anweisungen zur Verbesserung der Sichtbarkeit der Aussenwelt

Device and method for landing assistance with indications helping visibility of external world

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **23.06.2009 FR 0903041**

(43) Date de publication de la demande:
16.03.2011 Bulletin 2011/11

(73) Titulaire: **Thales
92200 Neuilly Sur Seine (FR)**

(72) Inventeur: **Soler, Michel
33560 Carbon-Blanc (FR)**

(74) Mandataire: **Esselin, Sophie
Marks & Clerk France
Conseils en Propriété Industrielle
Immeuble Visium
22, Avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)**

(56) Documents cités:
**WO-A1-96/38831 WO-A2-00/54217
WO-A2-2009/010969 US-A- 4 554 545
US-A1- 2004 217 883**

EP 2 296 129 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] La présente invention concerne le domaine des dispositifs d'aide à l'atterrissage, notamment des dispositifs permettant d'indiquer de manière interactive des informations aidant à la visibilité du monde extérieur, notamment relatives à la position de la piste et à l'altitude de l'aéronef.

[0002] Actuellement, de nombreux aéronefs utilisent des dispositifs d'aide au pilotage permettant de faciliter l'interprétation de données liées à l'aéronef, au sol ou à l'environnement dans lequel évolue l'aéronef.

[0003] Par exemple, un système couramment utilisé dans certains aéronefs sous l'acronyme HUD, signifiant dans la terminologie aéronautique et anglo-saxonne "Head Up Display" permet d'afficher des informations de vol en superposition du paysage vu au travers le pare-brise du cockpit. Il permet de faciliter certaines phases critiques de vol, notamment les atterrissages.

[0004] Le calcul et la représentation de symboles, appelée également symbologie dans la terminologie aéronautique, présentée au pilote en superposition au paysage est couramment utilisé.

[0005] Afin d'améliorer la vue extérieur du cockpit, lorsque les conditions de visibilité sont mauvaises, un capteur localisé dans le nez d'aéronef peut fournir une image de type vidéo présentée dans le HUD. Cette image constitue une aide au pilotage particulièrement appréciée notamment lors d'une phase d'approche. Elle permet d'améliorer les interprétations du paysage et la reconnaissance de certaines zones. Elle constitue donc un gain de sécurité dans des phases d'atterrissage par exemple.

[0006] En outre, l'image vidéo permet de retarder le point à partir duquel on considère que le vol à vue est nécessaire notamment lors d'un atterrissage. Ce point est appelé "point de vision" dans la suite de la description. Au point de vue pilotage, le pilote peut décider plus tardivement d'un atterrissage si les conditions le permettent.

[0007] Le fait d'augmenter la durée pendant laquelle le pilote attend d'avoir une visibilité de la piste à vue permet de se rapprocher de la piste et d'obtenir plus de chance d'avoir un champ de vision dégagé à proximité de la piste, par exemple en cas d'intempéries.

[0008] Si le pilote ne peut pas voir la piste au point de vision alors il est contraint de ne pas atterrir dans ces conditions. La présence d'une image vidéo permet au pilote de repousser dans le temps, donc a une altitude plus basse, la position du point de vision dans sa procédure d'approche.

[0009] Un capteur fournissant une image vidéo de ce type est connu en aéronautique sous l'acronyme d'EVS, signifiant dans la terminologie anglo-saxonne aéronautique "Enhanced Vision System".

[0010] L'EVS est une camera de type infrarouge, mono-bande ou multi-bandes ayant la capacité de voir « mieux » que l'oeil humain dans des conditions de fai-

bles luminosité, typiquement lors de vols de nuit ou de mauvais temps, tel que la présence de brouillard ou de fumée.

[0011] Ce capteur est généralement localisé dans le nez d'aéronef et a un champ de vision positionné de façon similaire à celui du HUD.

[0012] Ce système EVS est généralement couplé au HUD pour certaines applications notamment en phase d'approche pour améliorer la visibilité dans le champ de vision. Il permet de ce fait d'obtenir de meilleurs minima opérationnels, tel que l'altitude minimale à laquelle une décision d'atterrissage doit être prise ou non.

[0013] Un avantage de l'image fournie par l'EVS est qu'elle est de type vidéo, qu'elle couvre l'ensemble du champ du HUD et qu'elle est présentée en superposition de la symbologie HUD.

[0014] Bien que cette vision synthétique, assez proche en termes de rendu de la vision réelle, facilite la perception du monde extérieur en mauvaises conditions météorologiques, des inconvénients persistent.

[0015] Parmi eux, le gain fourni par l'apport de cette vision perçante est contrecarré par la surcharge de l'image fournie par-dessus le vrai paysage.

[0016] Cela rend l'image peu exploitable et peut générer une confusion d'interprétation entre le monde réel et l'imagerie EVS notamment lors de l'identification requise d'éléments extérieurs dans la procédure finale d'atterrissage. Le pilote doit enclencher la remise des gaz si la visibilité ne permet pas d'identifier les éléments nécessaires à l'atterrissage, telle que le seuil de la piste d'atterrissage par exemple.

[0017] On connaît de l'état de la technique le document WO00/54217. Ce document décrit un dispositif d'affichage HUD sur lequel des images provenant de plusieurs sources de mesure peuvent être affichées séparément ou en même temps par fusion des images captées. Ce document divulgue une méthode de création d'une image synthétique améliorée grâce à un traitement de détection de contour. Selon cette solution les moyens de génération d'une image ont pour but de créer une image plus complète que celle captée ou une image entièrement synthétique représentant le fond de paysage. Le désavantage majeur de cette solution est le problème de surcharge de l'image affichée.

[0018] L'invention permet de pallier aux inconvénients précités.

[0019] L'invention permet de générer une symbologie extraite des images vidéo se superposant au paysage vu à travers le cockpit. L'invention permet d'extraire une symbologie à partir d'une image vidéo de haute qualité utilisée notamment lors d'une visibilité réduite dans une trajectoire d'approche. L'invention permet de corréler les informations extraites avec une base de données de géographiques, par exemple une base de données de navigation. Les informations représentées par les symboles générés par le dispositif de l'invention sont de ce fait vérifiées et affichées constituant ainsi un gain de sécurité et une aide à l'atterrissage.

[0020] L'invention permet de faire évoluer la représentation de la symbologie selon la chronologie des différentes phases de vol lors d'une approche afin d'en informer le pilote.

[0021] Un symbole extrait d'une image vidéo de type EVS est un contour de piste d'atterrissage.

[0022] Le dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef comprend :

- des moyens de génération d'images vidéo d'une portion du champ de vision, le dispositif comprenant un capteur situé devant l'aéronef destiné à la prise de vue lors de mauvaises conditions de visibilité ;
- des moyens d'extraction de contours d'images vidéo délivrée par les moyens de génération d'images permettant de délimiter au moins une première forme connue comprise dans chaque image ;
- un premier afficheur, dit "tête-haute", dont la zone d'affichage occupe une portion de la visière du cockpit en superposition du paysage extérieur ;
- des moyens de génération d'une symbologie générant des informations représentées par des symboles destinés à l'aide au pilotage s'affichant sur l'afficheur.

[0023] Au moins un premier symbole comprenant des informations d'aide à l'atterrissage est généré à partir des contours de la première forme et affiché sur l'afficheur, la première forme est une trapézoïdale et le premier symbole généré est le contour d'une piste d'atterrissage.

[0024] Avantageusement, le capteur peut-être une caméra infrarouge ou un radar millimétrique permettant de capturer des images dans un environnement où la visibilité est dégradée.

[0025] Avantageusement, le dispositif comprend des moyens de validation et de comparaison de l'intégrité des données décrivant le premier symbole avec des données d'une ressource de données géographiques.

[0026] Avantageusement, la ressource de données géographiques peut-être :

- une base de données de navigation ou ;
- un ensemble d'images satellites ou ;
- un calculateur de base de données de terrain ou ;
- une base de données d'aéroport décrivant les différents éléments d'un aéroport.

[0027] Ces différentes ressources de données peuvent également être combinées.

[0028] Avantageusement, le dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef comprend des moyens de modification graphique des symboles affichés. Le dispositif comprend un radioaltimètre délivrant l'altitude de l'aéronef en continu permettant aux moyens de modification graphique de modifier l'apparence du premier symbole affiché en fonction de l'altitude de l'aéronef.

[0029] Avantageusement, l'afficheur affiche le premier

symbole en superposition d'un second symbole de piste d'atterrissage généré par la ressource de données géographiques.

[0030] Avantageusement, le premier symbole comprend deux états graphiques dont :

- le premier état est une trapézoïdale pleine remplissant l'intérieur du second symbole, le symbole s'affichant entre une première et une seconde altitude données ;
- le second état est le contour d'une piste trapézoïdale, de même forme que le second symbole et plus petite de manière à ce qu'elle soit insérée à l'intérieur du second symbole, ledit symbole s'affichant entre la seconde altitude et une troisième altitude donnée ;

[0031] Avantageusement, le dispositif comprend un commutateur permettant de choisir automatiquement ou manuellement d'afficher soit les images délivrées par les moyens de génération d'images, soit d'afficher la symbologie extraite des images délivrées par les moyens de génération d'images.

[0032] Avantageusement, le procédé d'aide à l'atterrissage pour aéronef est mis en oeuvre par le dispositif de l'invention, ledit procédé comprend :

- une première étape d'extraction d'un contour de la piste à partir d'une image vidéo délivrée par les moyens de génération d'images ;
- une seconde étape de génération du premier symbole définissant une piste à partir de moyens d'extraction d'une première forme trapézoïdale des images vidéo ;
- une troisième étape de comparaison du premier symbole avec des données d'une base de données géographique, la comparaison donnant une première condition d'intégrité des données ;
- une quatrième étape, réalisée selon la valeur de la première condition, d'affichage du premier symbole sur un afficheur ;
- une cinquième étape de comparaison d'au moins une altitude prédéfinie et l'altitude de l'aéronef délivrée par un radioaltimètre, de telle manière que lorsque l'aéronef franchit l'altitude prédéfinie, l'état graphique du premier symbole change indiquant au pilote le franchissement de ladite altitude.

[0033] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit, faite en regard des dessins annexés qui représentent :

- la figure 1 : un schéma fonctionnel de la génération d'une symbologie d'aide à l'atterrissage selon l'invention ;
- la figure 2 : la symbologie générée par le dispositif de l'invention dans les différentes phases d'approche ;
- la figure 3 : la superposition d'une symbologie pro-

venant de la base de données de l'aéronef et celle générée à partir d'une caméra.

[0034] La figure 1 représente les différents blocs fonctionnels du dispositif de l'invention.

[0035] Nous appellerons dans la suite de la description indifféremment un calculateur ou une application réalisant une fonction déterminée "un composant".

[0036] Un composant, noté CAPTURE, permet d'acquérir les images vidéos d'un senseur placé généralement au niveau du nez de l'aéronef. Le senseur délivrant les images vidéo au composant CAPTURE peut être un dispositif tel que l'EVS.

[0037] Les images vidéo capturées par le composant CAPTURE sont transmises à un extracteur de contour, noté EXTRACTION, il peut s'agir d'un calculateur dédié ou un calculateur déjà présent dans l'avionique système d'un aéronef.

[0038] Le composant EXTRACTION permet notamment de dimensionner un champ de vision adéquate à l'extraction d'éléments propres à l'atterrissage. Pour cela il est possible de définir un champ de vision comparable à celui qui est défini dans le HUD par exemple ou de n'importe quel dispositif d'affichage dit "tête haute". En outre, le composant EXTRACTION permet de détourner chaque élément distinctif extérieur capturé dans le champ de vision pour en extraire les contours. Les formes ainsi détournées sont comparées à des formes connues et générées à partir de la base de données de navigation ou à partir d'une source de données de géo-localisation tel qu'un GPS ou encore à partir d'une autre source de données ne provenant pas de l'image vidéo capturée par le composant CAPTURE et permettant d'identifier un élément déterminé.

[0039] A partir des contours générés par le composant EXTRACTION et sélectionnés qui seront conservés, un composant, noté SYMBOL 1, pouvant être un calculateur dédié ou identique au calculateur EXTRACTION ou encore un calculateur déjà présent dans le système avionique de l'aéronef, permet de générer une symbologie.

[0040] L'extraction des contours des images provenant du composant CAPTURE peut débiter automatiquement à une altitude programmée ou être activé manuellement par le pilote.

[0041] Les zones d'extraction de contours sont définies à partir d'informations avioniques disponibles à bord de l'aéronef dans des équipements tels que le FMS, signifiant dans la terminologie anglo-saxonne aéronautique "Flight Management System" ou encore une centrale inertielle telle qu'un IRS, dont l'acronyme signifie "Inertial Référence System". Ces informations permettent un calcul de positionnement relatif de l'aéronef par rapport au terrain cible et une estimation de la zone d'extraction de contours à laquelle doit procéder le composant EXTRACTION.

[0042] Dans un mode de réalisation, un élément déterminant du champ extérieur dont la reconnaissance visuelle par le pilote est nécessaire à l'atterrissage est la

piste d'atterrissage.

[0043] Dans cet exemple, l'extraction de contours se fait sur la base de la recherche d'une forme trapézoïdale correspondant à la représentation d'une piste vue en 3D. L'extraction de la forme peut être réalisée avec une éventuelle mise en forme de piste standard. Deux exemples de dimensions connues de piste d'atterrissage sont 45mx3000m ou 60mx4000m. Néanmoins, l'invention s'applique à tous les formes de pistes d'atterrissage dès lors qu'elles sont connues.

[0044] Le calcul temps réel effectué par le composant EXTRACTION prend en considération le positionnement relatif de l'aéronef par rapport à la cible. Dans le mode de réalisation concernant l'extraction de la forme d'une piste, les positions de l'aéronef et de la piste sont délivrées par des équipements du système avionique, tel que le calculateur GPS, la base de données de navigation ou la base de données aéroport ou encore d'autres système de localisation ou de radio navigation.

[0045] A partir de l'image vidéo capturée par le composant CAPTURE, le composant SYMBOL 1 génère un symbole d'une piste d'atterrissage, noté PISTE 1, dont une forme peut être représentée sur la figure 3. L'invention permet de générer une forme trapézoïdale semblable à celle affichée usuellement par le HUD à partir de la base de données de navigation.

[0046] Dans la suite de la description on notera un HUD un dispositif d'affichage tête haute tel que le HUD ou un équivalent.

[0047] Un avantage d'une telle forme générée est qu'elle est facilement identifiable par le pilote et qu'elle peut être facilement comparée au symbole de la piste générée par la base de données de navigation, noté PISTE 2, et affichée dans le HUD. Par exemple, un moyen simple de les comparer est de les afficher dans un même référentiel, notamment un référentiel avion dans le cas de la symbologie HUD, où l'axe de la piste peut être comparé au cap de l'aéronef.

[0048] Dans un autre mode de réalisation, le symbole PISTE 1 peut être comparé à un symbole de piste généré à partir de données embarquées de représentations de terrain, tel que le système connu en aéronautique sous l'acronyme TAWS ou encore une base de données Aéroport définissant les coordonnées de la piste d'atterrissage ainsi que ces dimensions.

[0049] Dans d'autres modes de réalisation, le symbole PISTE 1 peut être comparé à un symbole de piste généré à partir de données non embarquées telles que les données d'une cartographie électronique accessibles par liaisons sol/ bord, par exemple une liaison connue sous le nom SATCOM en terminologie aéronautique.

[0050] Un composant VALIDATION permet de comparer les deux symboles PISTE 1 et PISTE 2, notamment leur similitude et leur position dans un même référentiel. Les calculs de corrélation entre les deux symboles peuvent être effectués sur la base des contours des pistes générées par la symbologie affichée. Notamment, la corrélation peut intégrer la largeur de la piste, la longueur

de la piste, l'axe de la piste. Dans un mode de réalisation, les calculs de corrélation peuvent être effectués avantageusement dans un référentiel géodésique des différentes bases de données générant le symbole PISTE 2 ou dans un autre mode de réalisation dans un référentiel lié à l'aéronef, par exemple celui du HUD.

[0051] Ainsi, si les deux symboles se superposent, il y a bien une cohérence de données provenant de deux sources différentes, à savoir la base de données de navigation ou une autre base de données et les données provenant de la capture vidéo du composant CAPTURE.

[0052] Les critères d'affichages sont déterminés à partir d'une tolérance donnée qui peut porter sur la comparaison des deux symboles et d'une tolérance des dimensions de part et d'autre calculée.

[0053] Dans différents modes de réalisations, les données déterminant le symbole PISTE 1 peuvent être corréliées à des données provenant de différents capteurs de radio navigation.

[0054] Le composant VALIDATION peut être un calculateur dédié ou identique au calculateur SYMBOL 1 ou encore un calculateur déjà présent dans le système avionique de l'aéronef.

[0055] Le composant VALIDATION permet de vérifier et valider la cohérence des données relatives à la position de la piste dans l'espace et sa position relative par rapport au cap de l'aéronef.

[0056] Un composant MODIFICATION permet de réaliser les changements d'état du symbole PISTE 1. Le symbole de la piste ayant pour premier objectif de représenter la direction de la piste en regard du cap de l'aéronef et de le comparer avec le symbole PISTE 2.

[0057] Un second objectif du symbole PISTE 1 selon l'invention est de pouvoir représenter les différents états de phase d'approche, notamment en ce qui concerne l'altitude de l'aéronef et du franchissement de certains points critiques de la phase d'approche. Dans ce cas le composant MODIFICATION est couplé avec un radio altimètre, noté RA sur la figure 1.

[0058] Un interrupteur noté ON/OFF permet d'activer ou de désactiver l'affichage vidéo sur le HUD et/ ou la symbologie extraite des images vidéos capturées.

[0059] Ainsi il est possible d'afficher les images vidéo capturées sur le HUD, ou bien d'afficher la symbologie extraite de cette vidéo ou bien les deux, l'affichage des images et/ou de la symbologie étant superposées au champ de vision extérieur du cockpit.

[0060] Cet affichage est réalisé par le composant E de la figure 1. Ce composant affiche la symbologie provenant de différentes ressources du système avionique de l'aéronef, généralement ces ressources sont des capteurs et calculateurs de radio navigation. Par exemple, certaines de ces données sont des données de positionnement et d'attitude avion provenant du composant GPS / IRS, ou des données provenant de la base de données de navigation, notée BD, tel que le symbole PISTE 2 ou encore des données du composant noté LS sur la figure 1.

[0061] Le composant LS peut comprendre des équipements avioniques tels qu'un récepteur ILS, signifiant dans la terminologie aéronautique anglo-saxonne "Instrument Landing System" ou un FLS signifiant dans la terminologie aéronautique anglo-saxonne "FMS Landing System" ou un GLS signifiant dans la terminologie aéronautique anglo-saxonne "GPS Landing System" ou un MLS signifiant dans la terminologie aéronautique anglo-saxonne "Microwave Landing System", lesdits équipements délivrant des informations relatives à la méthode d'approche et d'atterrissage.

[0062] L'invention permet la génération et la présentation d'un nouveau symbole affiché dans le HUD qui permettra au pilote d'utiliser des images produites par la fonction d'un capteur telle que celle de l'EVS dans le cadre des procédures actuelles.

[0063] L'invention permet de faire évoluer d'un point de vue graphique tout au long de l'approche les symboles générés par le composant SYMBOL 1, tel que le symbole PISTE 1. Les changements d'états graphiques des symboles informent le pilote du statut fonctionnel de l'aéronef et de sa situation dans la trajectoire d'approche et ceci sans surcharge d'images. Elle l'informe également de l'altitude de l'aéronef et du franchissement de certains points critiques dans la trajectoire d'approche.

[0064] Les changements d'états graphiques des symboles, provenant des données du composant CAPTURE, intègrent une notion de temps pendant la phase d'approche de l'aéronef.

[0065] Notamment, certaines altitudes critiques sont réglementées dans la prise de décision d'atterrissage par le pilote. Une altitude remarquable est notamment définie à partir du moment où les données EVS doivent être affichées pour continuer la phase d'approche. Notamment, la piste doit pouvoir être vue par le pilote au-delà de l'altitude remarquable définie. Elle est généralement définie par une réglementation. Ce point permet à l'aéronef de descendre en altitude et de repousser le moment d'une décision d'atterrissage ou pas.

[0066] L'invention présente donc un avantage de pouvoir extraire des informations des images provenant du dispositif EVS sans surcharger le reste du champ de vision couvert par le HUD, le champ de vision comprenant la vue réelle vue à travers le pare-brise du cockpit et les images du dispositif EVS affichées en superposition de la vue réelle.

[0067] Un avantage de l'invention est de permettre une commutation entre la symbologie extraite de l'image vidéo d'un dispositif tel que l'EVS et les images vidéo elles-mêmes provenant de ce dispositif. Le pilote a le choix entre de l'affichage à partir du composant ON/OFF. Cette commutation peut être réalisée manuellement et facilite l'identification des repères visuels sans surcharge d'informations.

[0068] Un cas pratique d'utilisation peut être engagé lorsque la visibilité est complètement obstruée par un ou des nuages, le commutateur ON/OFF est positionné de manière à laisser passer les images vidéos provenant

du composant CAPTURE. Dans ce cas les images vidéo ne sont pas en conflit avec la représentation du paysage extérieur qui est couvert par les nuages.

[0069] A contrario, lorsque la visibilité est partiellement obstruée par des intempéries, les images vidéo vont recouvrir des parties du paysage vues au travers du cockpit et peuvent constituer un désagrément important pour le pilote. Dans ce dernier cas, le commutateur peut filtrer les images vidéo provenant du composant CAPTURE et laisser s'afficher la symbologie extraite des images vidéo provenant du composant MODIFICATION.

[0070] Un avantage de la représentation de symboles, selon l'invention, extraits du dispositif de capture d'images tel que l'EVS et affichés sur le HUD, est qu'en cas de non intégrité des données corrélées par le composant VALIDATION, l'affichage des symboles extraits du composant CAPTURE peut être automatiquement ou manuellement suspendu.

[0071] La présentation du symbole généré à partir du composant SYMBOL 1 selon l'invention peut être soit affichée soit calculée et non affichée. La représentation de symboles générés par le composant SYMBOL 1 peuvent être semblables à des symboles déjà générées par d'autres équipements, tel que la piste d'atterrissage. Le composant VALIDATION vérifie l'intégrité des données provenant de différents équipements avec celles du composant CAPTURE. Cette vérification permet au pilote d'obtenir un gain de sécurité quant aux informations affichées dans le HUD.

[0072] Dans d'autres modes de réalisation, les symboles générés par le composant SYMBOL 1 peuvent être différents de la symbologie déjà présente dans le HUD ou peuvent comprendre des messages indiquant un bon ou un mauvais fonctionnement.

[0073] La figure 2 représente différentes phases d'une trajectoire d'approche d'un aéronef s'apprêtant à atterrir.

[0074] L'aéronef dans la portion 20 de son plan de vol est en vol de croisière. La symbologie affichée dans cette phase correspond à une symbologie HUD comprenant entre autre l'affichage d'un vecteur vitesse de l'aéronef 10, la ligne d'horizon 29 ainsi qu'un curseur 28 correspondant au cap à suivre dans le plan de vol.

[0075] Un premier point 21 intercepté ou franchi par l'aéronef permet de définir la portion de trajectoire à partir de laquelle un affichage de la piste 9 est réalisée et généré à partir de données de radionavigation ou de données de la base de données de navigation. Le symbole de la piste, notée précédemment PISTE 2 est affichée sur le HUD dans le même référentiel que la symbologie représentant la ligne d'horizon et l'aéronef.

[0076] Un second point 22 délimite la portion comprise entre les points 21 et 22 dans laquelle l'aéronef et le pilote navigue à partir de la symbologie classique affichée dans le HUD.

[0077] L'invention permet de définir un point 22, situé à une altitude donnée et situé sur le plan de vol de l'aéronef. Le point 22 définit une limite à partir de laquelle le composant EXTRACTION commence à extraire les con-

tours des images provenant du composant CAPTURE.

[0078] L'extraction peut être commandée automatiquement à partir d'une altitude donnée par exemple à partir d'une information provenant du radio altimètre ou elle peut être enclenchée manuellement par le pilote.

[0079] Un point 23, noté point de vision, délimite une portion entre le point 22 et le point 23 du plan de vol ou de son profil vertical dans laquelle un nouveau symbole 8 selon l'invention est généré. Dans l'exemple de la figure 2, le nouveau symbole est une piste 8 représentée en superposition du symbole 9 déjà présent.

[0080] Dans l'exemple, le graphisme du symbole 8 est une piste pleine, il s'agit du symbole PISTE 1 décrit précédemment. Le remplissage du symbole PISTE 1 présente l'avantage de traduire de façon intuitive une information importante des images vidéo, à savoir la piste d'atterrissage, et par ailleurs il présente l'avantage de confirmer de façon simple l'état de processus d'extraction de contour.

[0081] A partir du point 23, la réglementation permet à un aéronef comprenant un dispositif de type EVS activé de descendre en dessous d'une altitude donnée correspondant à l'altitude du point 23 jusqu'à une altitude limite définie par l'altitude d'un point 26 de la figure 2.

[0082] Avec un dispositif de type EVS, le point de vision 23 peut être repoussé jusqu'à un nouveau point de vision 26 puisque le dispositif EVS permet une meilleure visibilité.

[0083] En revanche, si l'EVS ne présente pas une vue correcte de la piste d'atterrissage ou une représentation des données absolues ou relatives à l'aéronef quant à sa position au niveau du point 26, l'aéronef doit remettre les gaz.

[0084] La décision de pouvoir descendre au-delà du point 23 et de voler une portion 25 délimitée par les points 23 et 26, se fait donc sur la présence ou non du symbole PISTE 1 correspondant au contour de la piste des images capturées par le composant CAPTURE.

[0085] Le symbole PISTE 1 peut alors être, dans la portion 25, représenté graphiquement d'une autre manière que dans la portion précédente le point 23.

[0086] Par exemple dans la figure 2, le symbole PISTE 1 est une piste 8' contenu dans le symbole PISTE 2 lorsque l'aéronef vole la portion 25. La superposition des deux pistes indique toujours que les données sont intégrées et le changement d'état graphique du symbole PISTE 1 indique que l'aéronef se trouve dans une phase critique correspondant à la portion 25 impliquant une prise de décision du pilote au point 26.

[0087] Le guidage dans la portion 25 se fait uniquement sur la base des informations fournies par le dispositif EVS ou un dispositif équivalent tel que le composant CAPTURE. Ces informations sont conformes à une réglementation qui définit des altitudes remarquables.

[0088] La symbologie extraite des images vidéo du composant CAPTURE assure une continuité avec la phase précédente et est cohérente avec les procédures et la symbologie généralement utilisé pour les phases

d'approche.

[0089] A partir du point 26, l'altitude à laquelle une décision doit être prise par le pilote à partir des informations fournies par le dispositif EVS, toute symbologie définissant une piste doit être supprimée pour une acquisition de repères externes sinon le pilote est contraint d'activer la remise de gaz.

[0090] Enfin, la fin de la phase d'approche est généralement conclue par une phase de vol à vue jusqu'au touché des roues sur la piste d'atterrissage en utilisant la symbologie HUD à partir du symbole du vecteur vitesse.

[0091] La figure 3 représente différents états graphiques du symbole PISTE 1. Dans un premier cas, le symbole 30 représentant le symbole PISTE 1 est plein et situé à l'intérieur du symbole PISTE 2. Cette représentation indique qu'il y a bien cohérence des données fournies de différents systèmes avioniques et elle permet de situer l'aéronef dans une des portions de la trajectoire d'approche. Dans l'exemple de la figure 2, cette représentation permet au pilote d'interpréter visuellement que l'aéronef est entre le point 22 et le point 23 et qu'il n'a pas encore atteint l'altitude critique du point 23.

[0092] Dans un autre mode de représentation de la figure 3, le symbole PISTE 1 est représenté par une forme trapézoïdale 8' située à l'intérieur du symbole PISTE 2. Cette représentation permet de s'assurer de la cohérence des données fournies de différents systèmes avioniques et elle permet de situer l'aéronef dans une des portions de la trajectoire d'approche. Dans ce dernier cas le symbole 8' permet de faire comprendre au pilote que l'aéronef se situe entre le point 23 et le point 26 dans la portion 25.

[0093] Un avantage de l'invention est qu'il permet une lecture intuitive des informations affichées. Les symboles extraits du composant SYMBOL 1 permettent en cas de mauvaise visibilité, de s'assurer de la cohérence des informations provenant de différentes ressources du système avionique notamment quant à la position absolue de la piste, la position relative de la piste par rapport à l'aéronef et de son axe.

[0094] Par ailleurs, un autre avantage est que l'invention permet d'ajuster différentes représentations du symbole informant le ou les pilotes de la phase dans laquelle se trouve l'aéronef.

[0095] Enfin l'invention permet de ne pas surcharger le paysage vu au travers du pare-brise du cockpit par des images vidéo. La symbologie extraite donne les informations utiles et nécessaires pour descendre à une altitude plus basse tout en préservant la lecture du paysage extérieur.

Revendications

1. Dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef comprenant :

■ des moyens (CAPTURE) de génération d'images vidéo d'une portion du champ de vision, le dispositif comprenant un capteur situé devant l'aéronef destiné à la prise de vue lors de mauvaises conditions de visibilité ;

■ des moyens (EXTRACTION) d'extraction de contours d'images vidéo délivrée par les moyens de génération d'images permettant de délimiter au moins une première forme connue comprise dans chaque image ;

■ un premier afficheur (E), dit "tête-haute", dont la zone d'affichage occupe une portion de la visière du cockpit en superposition du paysage extérieur ; des moyens de génération d'une symbologie (SYMBOL 1) générant des informations représentées par (des symboles destinés à l'aide au pilotage s'affichant sur l'afficheur, **caractérisé en ce qu'**au moins un premier symbole comprenant des informations d'aide à l'atterrissage est généré à partir des contours de la première forme et affiché sur l'afficheur et **en ce que** la première forme est une trapézoïdale et le premier symbole généré est le contour d'une piste d'atterrissage (PISTE 1).

2. Dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le capteur est une caméra infrarouge permettant de capturer des images dans un environnement où la visibilité est dégradée.
3. Dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le capteur est un radar millimétrique.
4. Dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef selon la revendication 3, comprenant au moins une ressource de données géographiques, **caractérisé en ce qu'**il comprend des moyens de validation et de comparaison (VALIDATION) de l'intégrité des données décrivant le premier symbole avec des données d'une ressource de données géographiques.
5. Dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la ressource de données géographiques est une base de données de navigation.
6. Dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la ressource de données géographiques est un ensemble d'images satellites.
7. Dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef selon la revendication 4 **caractérisé en ce que** la ressource de données géographiques est un calculateur de base de données de terrain.

8. Dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la ressource de données géographiques est une base de données d'aéroport décrivant les différents éléments d'un aéroport. 5
9. Dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef selon la revendication 4, comprenant des moyens de modification graphique (MODIFICATION) des symboles affichés, **caractérisé en ce qu'il** comprend un radioaltimètre délivrant l'altitude de l'aéronef en continu permettant aux moyens de modification graphique de modifier l'apparence du premier symbole affiché en fonction de l'altitude de l'aéronef. 10 15
10. Dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef selon l'une quelconque des revendications 4 à 9, **caractérisé en ce que** l'afficheur affiche le premier symbole en superposition d'un second symbole de piste d'atterrissage généré par la ressource de données géographique. 20
11. Dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef selon l'une quelconque des revendications 4 à 10, **caractérisé en ce que** le premier symbole comprend deux états graphiques dont : 25
- le premier état est une trapézoïdale pleine remplissant l'intérieur du second symbole, le symbole s'affichant entre une première et une seconde altitude données ; 30
 - le second état est le contour d'une piste trapézoïdale, de même forme que le second symbole et plus petite de manière à ce qu'elle soit insérée à l'intérieur du second symbole, ledit symbole s'affichant entre la seconde altitude et une troisième altitude donnée ; 35
12. Dispositif d'aide à l'atterrissage pour aéronef selon l'une quelconque des revendications 4 à 11, **caractérisé en ce que** le dispositif comprend un commutateur (ON/OFF) permettant de choisir automatiquement ou manuellement d'afficher soit les images délivrées par les moyens de génération d'images, soit d'afficher la symbologie extraite des images délivrées par les moyens de génération d'images. 40 45
13. Procédé d'aide à l'atterrissage pour aéronef mettant en oeuvre le dispositif d'aide à l'atterrissage selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant : 50
- une première étape d'extraction d'un contour de la piste à partir d'une image vidéo délivrée par les moyens de génération d'images ; 55
 - une seconde étape de génération du premier symbole définissant une piste à partir de moyens d'extraction d'une première forme tra-

pézoïdale des images vidéo ;

■ une troisième étape de comparaison du premier symbole avec des données d'une base de données géographique, la comparaison donnant une première condition d'intégrité des données ;

■ une quatrième étape, réalisée selon la valeur de la première condition, d'affichage du premier symbole sur un afficheur ;

■ une cinquième étape de comparaison d'au moins une altitude prédéfinie et l'altitude de l'aéronef délivrée par un radioaltimètre, de telle manière que lorsque l'aéronef franchit l'altitude prédéfinie, l'état graphique du premier symbole change indiquant au pilote le franchissement de ladite altitude.

Claims

1. A landing assistance device for aircraft comprising:

■ means (CAPTURE) for generating video images of a portion of the field of vision, the device comprising a sensor located at the front of the aircraft, which is designed to capture images during conditions of poor visibility;

■ means (EXTRACTION) for extracting contours of video images delivered by the means for generating images allowing at least one first known shape included in each image to be delimited;

■ a first display (E), referred to as "head-up", the display zone of which occupies a portion of the cockpit visor superposed with the external landscape, means for generating a symbol (SYMBOL 1) generating information represented by symbols that are designed to assist flying and that are displayed on the display, **characterised in that** at least one first symbol comprising landing assistance information is generated from contours of the first shape and is displayed on the display, and **in that** the first shape is a trapezoid and the first generated symbol is the contour of an airstrip (STRIP 1).

2. The landing assistance device for aircraft according to claim 1, **characterised in that** the sensor is an infrared camera allowing images to be captured in an environment with poor visibility.

3. The landing assistance device for aircraft according to claim 1, **characterised in that** the sensor is a millimetric radar.

4. The landing assistance device for aircraft according to claim 3, comprising at least one geographical data resource, **characterised in that** it comprises means

for validating and comparing (VALIDATION) the integrity of the data describing the first symbol with the data from a geographical data resource.

5. The landing assistance device for aircraft according to claim 4, **characterised in that** the geographical data resource is a navigation database. 5
6. The landing assistance device for aircraft according to claim 4, **characterised in that** the geographical data resource is a set of satellite images. 10
7. The landing assistance device for aircraft according to claim 4, **characterised in that** the geographical data resource is a computer with a land database. 15
8. The landing assistance device for aircraft according to claim 4, **characterised in that** the geographical data resource is an airport database describing the various elements of an airport. 20
9. The landing assistance device for aircraft according to claim 4, comprising means for the graphical modification (MODIFICATION) of the displayed symbols, **characterised in that** it comprises a radio altimeter that continuously delivers the altitude of the aircraft allowing the graphical modification means to modify the appearance of the first displayed symbol as a function of the altitude of the aircraft. 25
10. The landing assistance device for aircraft according to any one of claims 4 to 9, **characterised in that** the display displays the first symbol superposed on a second symbol of the airstrip generated by the geographical data resource. 30
11. The landing assistance device for aircraft according to any one of claims 4 to 10, **characterised in that** the first symbol comprises two graphical states, of which: 35
 - the first state is a full trapezoid filling the interior of the second symbol, the symbol displaying between a first and a second given altitude;
 - the second state is the contour of a trapezoid airstrip, of the same shape as the second symbol and smaller so that it can be inserted inside the second symbol, said symbol displaying between the second altitude and a third given altitude. 40
12. The landing assistance device for aircraft according to any one of claims 4 to 11, **characterised in that** the device comprises a switch (ON/OFF) allowing automatic or manual selection of the display of either the images delivered by the means for generating images or the display of the symbol extracted from the images delivered by the means for generating images. 45

13. A method for landing assistance for aircraft implementing the landing assistance device according to any one of the preceding claims, comprising:
 - a first step of extracting a contour of the airstrip from a video image delivered by the means for generating images;
 - a second step of generating the first symbol defining an airstrip from extraction means of a first trapezoid shape of the video images;
 - a third step of comparing the first symbol with the data in a geographical database, the comparison providing a first integrity condition of the data;
 - a fourth step, undertaken according to the value of the first condition, of displaying the first symbol on a display;
 - a fifth step of comparing at least one predefined altitude and the altitude of the aircraft delivered by a radio altimeter so that when the aircraft exceeds the predefined altitude the graphical state of the first symbol changes, the pilot is alerted that said altitude has been exceeded.

Patentansprüche

1. Landeunterstützungsvorrichtung für Flugzeuge, die Folgendes umfasst:
 - Mittel (CAPTURE) zum Erzeugen von Videobildern eines Teils des Sichtfelds, wobei die Vorrichtung einen Sensor umfasst, der sich am vorderen Ende des Flugzeugs befindet, um Bilder bei schlechten Sichtbedingungen aufzunehmen;
 - Mittel (EXTRACTION) zum Extrahieren von Konturen von Videobildern, die von den Bilderzeugungsmitteln zugeführt wurden, die es zulassen, wenigstens eine erste in jedem Bild enthaltene bekannte Form zu begrenzen;
 - ein erstes Display (E), "Head-up" genannt, dessen Anzeigezone einen Teil des Cockpit-Visiers mit der äußeren Landschaft überlagert einnimmt, Mittel zum Erzeugen eines Symbols (SYMBOL 1), das Informationen erzeugt, die von Symbolen repräsentiert werden, die beim Fliegen unterstützen sollen und auf dem Display angezeigt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein erstes Symbol, das Landeunterstützungsinformationen umfasst, von Konturen der ersten Form erzeugt und auf dem Display angezeigt wird, und dadurch, dass die erste Form ein Trapezoid und das erste erzeugte Symbol die Kontur einer Landebahn (PISTE 1) ist.
2. Landeunterstützungsvorrichtung für Flugzeuge

nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor eine Infrarotkamera ist, die die Aufnahme von Bildern in einer Umgebung mit schlechter Sicht zulässt.

3. Landeunterstützungsvorrichtung für Flugzeuge nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor ein Millimeterradar ist. 5
4. Landeunterstützungsvorrichtung für Flugzeuge nach Anspruch 3, die ferner wenigstens eine geografische Datenressource umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Mittel zum Überprüfen und Vergleichen (VALIDATION) der Integrität der das erste Symbol beschreibenden Daten mit den Daten einer geografischen Datenressource umfasst. 10
5. Landeunterstützungsvorrichtung für Flugzeuge nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geografische Datenressource eine Navigationsdatenbank ist. 15
6. Landeunterstützungsvorrichtung für Flugzeuge nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geografische Datenressource ein Satz von Satellitenbildern ist. 20
7. Landeunterstützungsvorrichtung für Flugzeuge nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geografische Datenressource ein Geländedatenbankrechner ist. 25
8. Landeunterstützungsvorrichtung für Flugzeuge nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geografische Datenressource eine Flughafendatenbank ist, die die verschiedenen Elemente eines Flughafens beschreibt. 30
9. Landeunterstützungsvorrichtung für Flugzeuge nach Anspruch 4, die Mittel zum geografischen Modifizieren (MODIFICATION) der angezeigten Symbole umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Funkhöhenmesser umfasst, der ständig die Höhe des Flugzeugs angibt, so dass das grafische Modifikationsmittel das Aussehen des ersten angezeigten Symbols in Abhängigkeit von der Höhe des Flugzeugs modifizieren kann. 35
10. Landeunterstützungsvorrichtung für Flugzeuge nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Display das erste Symbol auf einem von der geografischen Datenressource erzeugten zweiten Landebahnsymbol überlagert anzeigt. 40
11. Landeunterstützungsvorrichtung für Flugzeuge nach einem der Ansprüche 4 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Symbol zwei grafi- 45

sche Zustände umfasst, von denen:

- der erste Zustand ein volles Trapezoid ist, das das Innere des zweiten Symbols ausfüllt, wobei das Symbol zwischen einer ersten und einer zweiten gegebenen Höhe erscheint;
- der zweite Zustand die Kontur einer trapezförmigen Landebahn mit derselben Form wie das zweite Symbol und kleiner ist, so dass es in das zweite Symbol passt, wobei das Symbol zwischen der zweiten Höhe und einer dritten gegebenen Höhe erscheint.

12. Landeunterstützungsvorrichtung für Flugzeuge nach einem der Ansprüche 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung einen Schalter (ON/OFF) umfasst, der eine automatische oder manuelle Auswahl der Anzeige entweder der von den Bilderzeugungsmitteln zugeführten Bilder oder der Anzeige der Symbole zulässt, die aus von den Bilderzeugungsmitteln zugeführten Bildern extrahiert wurden. 50
13. Landeunterstützungsverfahren für Flugzeuge, das die Landeunterstützungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche implementiert, das Folgendes beinhaltet:

- einen ersten Schritt des Extrahierens einer Kontur der Landebahn aus einem von den Bilderzeugungsmitteln zugeführten Videobild;
- einen zweiten Schritt des Erzeugens des eine Landebahn definierenden ersten Symbols von Extraktionsmitteln einer ersten Trapezform der Videobilder;
- einen dritten Schritt des Vergleichens des ersten Symbols mit den Daten in einer geografischen Datenbank, wobei der Vergleich eine erste Integritätsbedingung der Daten bereitstellt;
- einen vierten Schritt, der gemäß dem Wert der ersten Bedingung ausgeführt wird, des Anzeigens des ersten Symbols auf einem Display;
- einen fünften Schritt des Vergleichens von wenigstens einer vordefinierten Höhe und der von einem Funkhöhenmesser angegebenen Höhe des Flugzeugs, so dass, wenn das Flugzeug die vordefinierte Höhe übersteigt, der grafische Zustand des ersten Symbols geändert wird, so dass der Pilot darauf aufmerksam gemacht wird, dass die Höhe überschritten wurde.

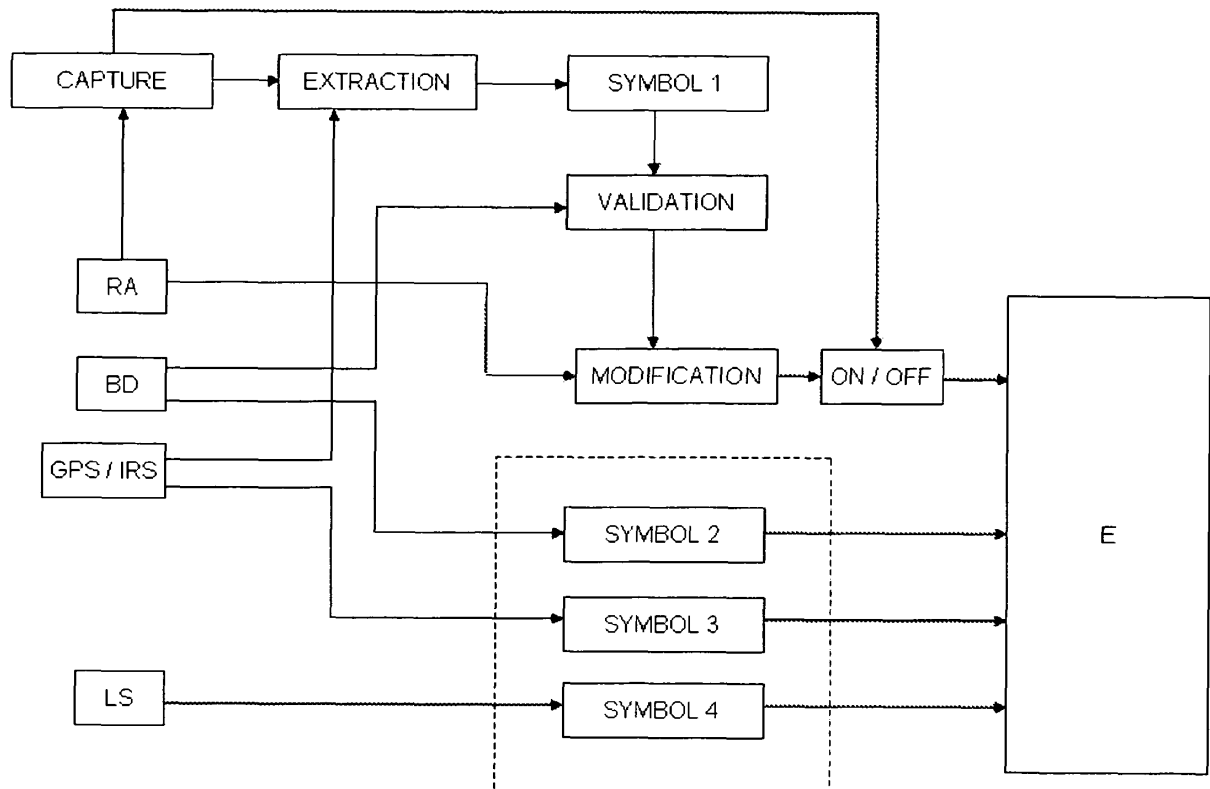


FIG.1

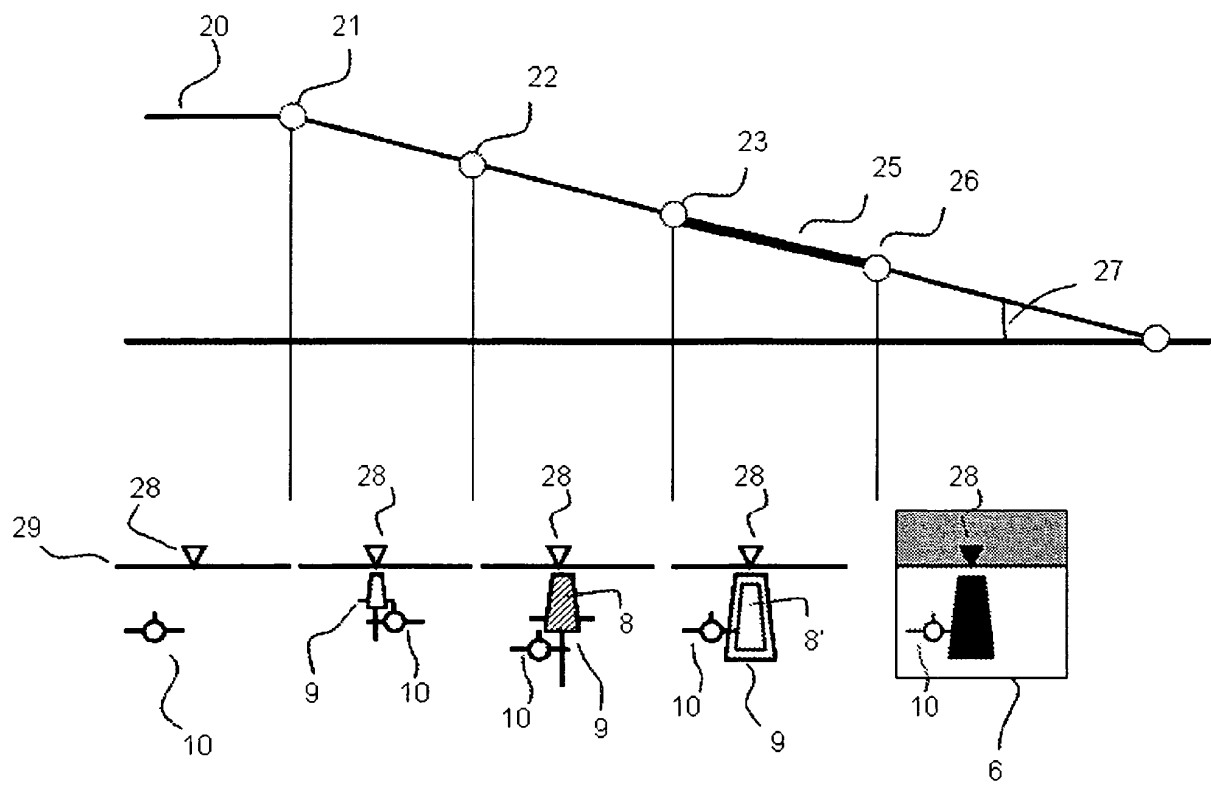


FIG.2

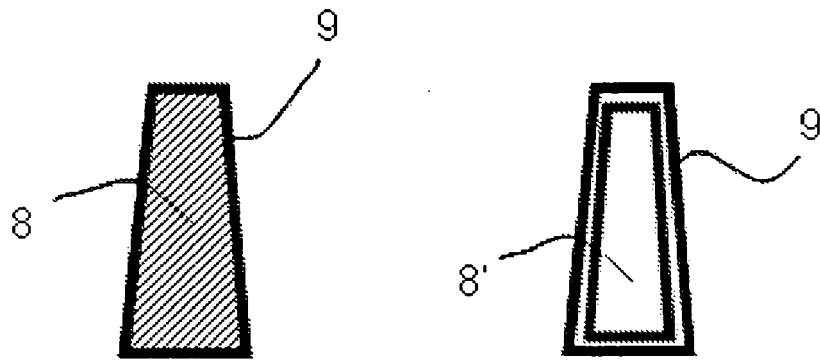


FIG.3

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

- WO 0054217 A [0017]