

(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
4 décembre 2008 (04.12.2008)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2008/145857 A2

(51) **Classification internationale des brevets :**
G06T 17/30 (2006.01) **B41M 1/40** (2006.01)
G06T 17/00 (2006.01) **B44D 2/00** (2006.01)

SARAILLE, Francis [FR/FR]; 1031 Route de Larra,
F-31330 Merville (FR). **JEANNIN, Henri** [FR/FR]; 48
Rue des Grives, F-31830 Plaisance du Touch (FR).

(21) **Numéro de la demande internationale :**
PCT/FR2008/000582

(74) **Mandataire : SANTARELLI;** 14 Avenue de la Grande-
Armée, F-75017 Paris (FR).

(22) **Date de dépôt international :** 23 avril 2008 (23.04.2008)

(81) **États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,

(25) **Langue de dépôt :** français

(26) **Langue de publication :** français

(30) **Données relatives à la priorité :**
0754720 26 avril 2007 (26.04.2007) FR

(71) **Déposant** (pour tous les États désignés sauf US) : **AIR-**
BUS FRANCE [FR/FR]; 316 Route de Bayonne, F-31060
Toulouse (FR).

(72) **Inventeurs; et**

(75) **Inventeurs/Déposants** (pour US seulement) :

ZM, ZW

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICES FOR MODELLING PRECUTS OR AREA PATTERNS FOR THREE-DIMENSIONAL OBJECTS WITH NON-DEVELOPABLE SURFACES AND FOR ASSISTANCE FOR THE TRANSFER OF TWO-DIMENSIONAL PATTERNS ONTO SAID OBJECTS

(54) **Titre :** PROCÉDÉ ET DISPOSITIFS DE MODÉLISATION DE PRÉDÉCOUPÉS OU DE PONCIFS POUR DES OBJETS TRIDIMENSIONNELS À SURFACES NON DÉVELOPPABLES ET D'AIDE AU TRANSFERT DE MOTIFS BIDIMENSIONNELS SUR CES OBJETS

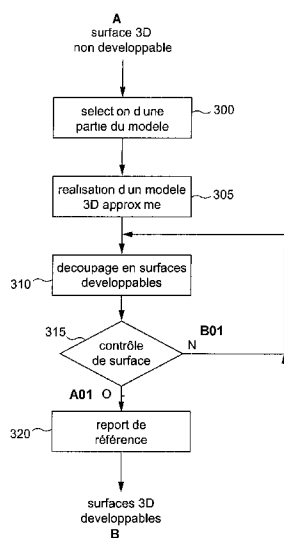


Fig. 3

A Non developable 3D surface
300 Selection of a portion of the model
305 Realisation of an approximated 3D model
310 Division into developable surfaces
315 Surface control
320 Reference report
B Developable 3D surfaces
A01 Y
B01 N

(57) **Abstract:** The purpose of the method and the devices of the présent invention is to assist the transfer of two-dimensional patterns onto three-dimensional objects having non developable surfaces using a modelling (305) of said three-dimensional object and a projection of said two-dimensional pattern onto said modelling of said three-dimensional object. A first phase comprises modelling at least a portion of said modelling of said three-dimensional object through a plurality of developable surfaces (310). The second phase comprises transferring at least a portion of said projection of said two-dimensional pattern on at least one developable surface of the plurality of developable surfaces, said plurality of developable surfaces being adapted to be positioned on said three-dimensional object for transferring said two-dimensional pattern.

(57) **Abstrégé :** Le procédé et les dispositifs selon l'invention ont pour objet l'aide au transfert de motifs bidimensionnels sur des objets tridimensionnels à surfaces non developpables à partir d'une modélisation (305) dudit objet tridimensionnel et d'une projection dudit motif bidimensionnel sur ladite modélisation dudit objet tridimensionnel. Une première phase consiste à modéliser au moins une partie de ladite modélisation dudit objet tridimensionnel par une pluralité de surfaces developpables (310). Une seconde phase consiste à transférer au moins une partie de ladite projection dudit motif bidimensionnel sur au moins une surface developpable de ladite pluralité de surfaces developpables, ladite pluralité de surfaces developpables étant adaptée à être positionnée sur ledit objet tridimensionnel pour transférer ledit motif bidimensionnel.

WO 2008/145857 A2



(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FT, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL,

NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, 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*

Procédé et dispositifs de modélisation de prédécoupés ou de poncifs pour des objets tridimensionnels à surfaces non développables et d'aide au transfert de motifs bidimensionnels sur ces objets

La présente invention concerne la décoration d'objets tridimensionnels et plus particulièrement des procédés et des dispositifs de modélisation de prédécoupés ou de poncifs pour des objets tridimensionnels à surfaces non développables et d'aide au transfert de motifs bidimensionnels sur ces objets.

La projection d'une image bidimensionnelle sur un objet tridimensionnel est couramment utilisée dans de nombreuses industries pour décorer ces objets. La complexité de ce problème varie selon la nature de l'objet tridimensionnel et la nature de la surface de projection. Ainsi, alors que la projection d'une image bidimensionnelle sur une surface continue de faibles dimensions telle que la surface extérieure d'une canette ne pose pas de problème particulier, la projection d'un logo, d'un symbole ou d'un nom sur la surface extérieur d'un avion pose de nombreux problèmes. En particulier, la complexité de la forme de la surface de projection, le facteur d'échelle entre l'image reproduite et l'image d'origine ainsi que la présence de certains éléments particuliers sur lesquels il est nécessaire de peindre ou de ne pas peindre certaines parties de l'image bidimensionnelle à reproduire, tels que les hublots, rendent la tâche difficile.

La décoration des avions a généralement pour but de porter l'image commerciale des compagnies aériennes et comprend souvent la peinture de noms, signes et logos qui doit être parfaitement réalisée. L'adaptation du modèle de la compagnie aérienne aux formes particulières de chaque avion est généralement basée sur l'expérience et sur une analyse empirique. La validation de cette adaptation est souvent liée à la réalisation de maquettes.

Lorsque la projection du motif bidimensionnel sur l'objet tridimensionnel est déterminée, il est alors nécessaire de transférer cette projection sur l'objet réel. Plusieurs solutions existent.

Le brevet européen EP O593 340 divulgue un procédé et un dispositif d'aide à la décoration d'un objet tridimensionnel. Le procédé consiste à représenter un modèle en trois dimensions de l'objet décoré par un tracé de la décoration. Il consiste ensuite à localiser sur l'objet, à partir du modèle 3D, au moins certains points caractéristiques dudit tracé pour positionner, par exemple, des rubans adhésifs de délimitation de la décoration ou des pochoirs, ou des éléments décoratifs prédécoupés, etc.. Cette invention s'applique notamment à la décoration d'un avion par des logos, lettres ou signes distinctifs sur la surface externe de cet avion.

La figure 1 illustre un exemple de projection conique permettant de reproduire une image bidimensionnelle sur la surface extérieure d'un avion. La projection de l'image 100 à partir du point de projection 105 sur l'empennage vertical d'un avion 110 montre les problèmes liés à une projection conique sur une partie évolutive de la surface extérieure d'un avion telle que la jonction entre l'empennage vertical et le fuselage. De plus, une telle méthode n'est pas facile à mettre en œuvre.

Alternativement, il est possible d'utiliser des pochoirs dont le positionnement peut être réalisé en utilisant certains repères de l'avion tels que les positions des hublots. Cependant, en raison de la forme complexe de la surface de l'avion, les pochoirs ont généralement une forme non développable, c'est-à-dire que ces pochoirs ne peuvent pas prendre une forme plane. Il en résulte des difficultés et des coûts de conception, de fabrication et de stockage importants. De plus, les pochoirs sont généralement difficiles à positionner et il est souvent nécessaire d'utiliser des repères particuliers à cet usage.

Il existe donc un besoin pour transférer efficacement des motifs bidimensionnels sur des objets tridimensionnels ayant une surface complexe.

L'invention permet de résoudre au moins un des problèmes exposés précédemment.

L'invention a ainsi pour objet un procédé de modélisation de prédécoupés ou de poncifs pour au moins une partie d'un objet tridimensionnel à surface non développable à partir d'une modélisation dudit objet tridimensionnel, ce procédé comprenant les étapes suivantes,

- décomposition de ladite au moins une partie dudit objet tridimensionnel en une pluralité de surfaces ; et,
- pour chaque surface de ladite pluralité de surfaces, approximation de ladite surface de ladite modélisation dudit objet tridimensionnel par une surface développable.

Le procédé selon l'invention permet ainsi de réaliser aisément des prédécoupés et des poncifs à faibles coûts. Le procédé selon l'invention permet également de conserver un modèle des prédécoupés et des poncifs pouvant être utilisés ultérieurement et/ou pour le transfert de différents motifs.

Selon un mode de réalisation particulier, le procédé comprend en outre une étape de mesure d'au moins une erreur entre au moins une desdites surfaces développables dudit objet tridimensionnel et ledit modèle dudit objet tridimensionnel et en ce que lesdites étapes de décomposition de ladite au moins une partie dudit objet tridimensionnel en une pluralité de surfaces et d'approximation desdites surfaces de ladite modélisation dudit objet tridimensionnel par lesdites surfaces développables sont répétées si ladite au moins une erreur mesurée est supérieure à un seuil prédéterminé. Selon ce mode de réalisation, il est possible de contrôler la précision d'ajustement des prédécoupés et des poncifs sur le modèle tridimensionnel.

Avantageusement, ladite modélisation dudit objet tridimensionnel est une modélisation approximée dudit objet tridimensionnel, ladite modélisation prenant en compte l'erreur introduite par la modélisation de l'objet tridimensionnel en surfaces développables.

Toujours selon un mode de réalisation particulier, ladite étape d'approximation d'une surface de ladite partie de ladite modélisation dudit objet tridimensionnel par une surface développable comprend une étape de détermination d'une première et d'une seconde courbes de référence sur ladite modélisation dudit objet tridimensionnel, ladite surface développable étant la surface réglée déterminée par lesdites première et seconde courbes de référence.

Au moins l'une desdites première et seconde courbes de référence peut être obtenue par l'intersection d'une surface de ladite modélisation dudit

objet tridimensionnel avec un plan prédéterminé. Alternativement ou de façon complémentaire, au moins l'une desdites première et seconde courbes de référence est déterminée par une caractéristique d'un motif bidimensionnel à projeter sur ledit objet tridimensionnel. Lesdites première et seconde courbes de référence peuvent être parallèles.

Selon un mode de réalisation particulier, le procédé comprend en outre une étape de transfert d'au moins un point caractéristique de ladite modélisation dudit objet tridimensionnel sur au moins une desdites surfaces développables. La précision de pose permet ainsi une reproduction fidèle du motif d'un modèle tridimensionnel sur l'objet tridimensionnel réel, notamment dans les zones de surfaces complexes.

L'invention a également pour objet un procédé d'aide au transfert d'un motif bidimensionnel sur un objet tridimensionnel à surface non développable, à partir d'une modélisation dudit objet tridimensionnel et d'une projection dudit motif bidimensionnel sur ladite modélisation dudit objet tridimensionnel, ce procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes,

- modélisation de prédécoupés ou de poncifs pour au moins une partie de ladite modélisation dudit objet tridimensionnel par une pluralité de surfaces développables selon le procédé décrit précédemment ; et,
- transfert d'au moins une partie de ladite projection dudit motif bidimensionnel sur au moins une desdites surfaces développables, ladite au moins une desdites surfaces développables étant adaptée à être positionnée sur ledit objet tridimensionnel pour transférer au moins une partie dudit motif bidimensionnel sur ledit objet tridimensionnel.

Le procédé selon l'invention permet ainsi de simplifier le processus de transfert d'un modèle bidimensionnel sur un objet tridimensionnel et de réduire les risques d'erreurs de pose des prédécoupés ou des poncifs. De plus, le procédé selon l'invention permet de s'affranchir d'une étape de validation selon laquelle la construction d'une maquette réelle est nécessaire.

L'invention a aussi pour objet un dispositif comprenant des moyens adaptés à la mise en œuvre de chacune des étapes du procédé décrit

précédemment ainsi qu'un programme d'ordinateur comprenant des instructions adaptées à la mise en œuvre de chacune des étapes du procédé décrit précédemment.

D'autres avantages, buts et caractéristiques de la présente invention ressortent de la description détaillée qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif, au regard des dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 illustre un exemple de projection conique permettant de reproduire une image bidimensionnelle sur la surface extérieure d'un avion ;
- la figure 2 montre un exemple d'appareil permettant d'implémenter l'invention ;
- la figure 3 illustre certaines étapes d'un exemple d'algorithme pour mettre en œuvre une première partie du procédé selon l'invention afin de modéliser l'objet tridimensionnel par un ensemble de surfaces développables ;
- la figure 4 illustre certaines étapes d'un exemple d'algorithme pour obtenir un ensemble de prédécoupés ou de poncifs à partir d'un modèle d'objet tridimensionnel constitué de surfaces développables et d'un motif bidimensionnel ; et,
- les figures 5 à 8 représentent des illustrations de certaines des étapes présentées sur les figures 3 et 4.

La description suivante est basée sur l'exemple de la décoration extérieure d'un avion mais il doit être compris que le procédé et les dispositifs selon l'invention s'appliquent à la décoration de tous les objets tridimensionnels à partir d'une représentation bidimensionnelle de la décoration.

La figure 2 illustre un exemple d'appareil 200 adapté à mettre en œuvre l'invention. L'appareil 200 est par exemple un micro-ordinateur ou une station de travail capable de se connecter ou non à un réseau de communication. L'appareil 200 comporte un bus de communication 210 auquel sont de préférence reliées :

- une unité centrale de traitement 215 telle qu'un microprocesseur, notée CPU (*Central Processing Unit*) ;
- une mémoire morte 220 pouvant comporter les programmes permettant de mettre en œuvre l'invention, notée ROM (*Read Only Memory*) ;

- une mémoire vive 225, qui après la mise sous tension contient le code exécutable du procédé suivant l'invention ainsi que des registres adaptés à enregistrer des variables et des paramètres nécessaires à la mise en œuvre de l'invention, notée RAM (*Random Access Memory*) ; et,

- une interface de communication 230 connectée à un réseau de communication, l'interface étant apte à transmettre et à recevoir des données.

Optionnellement, l'appareil 200 peut disposer également des composantes suivantes :

- un écran 240 permettant de visualiser des données et/ou de servir d'interface graphique avec l'utilisateur qui pourra interagir avec les programmes selon l'invention, à l'aide d'un clavier 245 complété ou non par tout autre moyen tel qu'un dispositif de pointage, comme par exemple une souris, un crayon optique ou encore un écran tactile ;

- un disque dur 250 ou une mémoire de stockage telle qu'une carte compact flash, pouvant comporter les programmes selon l'invention ainsi que des données utilisées ou produites lors de la mise en œuvre de l'invention ; et,

- un lecteur de disquette 255 (ou tout autre support de données amovible) adapté à recevoir une disquette 260 et à y lire ou y écrire des données traitées ou à traiter selon l'invention.

Le bus de communication permet la communication et l'interopérabilité entre les différents éléments inclus dans l'appareil 200 ou reliés à lui. La représentation du bus n'est pas limitative et, notamment, l'unité centrale est susceptible de communiquer des instructions à tout élément de l'appareil 200 directement ou par l'intermédiaire d'un autre élément de l'appareil 200.

Les disquettes 260 peuvent être remplacées par tout support d'information tel que, par exemple, un disque compact (CD-ROM) réinscriptible ou non, un disque ZIP ou une carte mémoire et d'une manière générale, par un moyen de stockage d'information, lisible par un micro-ordinateur ou par un microprocesseur, intégré ou non à l'appareil, éventuellement amovible et adapté à mémoriser un ou plusieurs programmes dont l'exécution permet la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

Le code exécutable permettant à l'appareil la mise en œuvre de l'invention peut se trouver indifféremment stocké en mémoire morte 220, sur le disque dur 250 ou sur un support numérique amovible tel que par exemple une disquette 260 telle que décrite précédemment. Selon une variante, le code exécutable des programmes pourra être reçu par l'intermédiaire du réseau de communication, via l'interface 230, pour être stocké dans un des moyens de stockage de l'appareil 200 avant d'être exécuté, tel que le disque dur 250.

L'unité centrale 215 est adaptée à commander et à diriger l'exécution des instructions ou portions de code logiciel du ou des programmes selon l'invention, instructions qui sont stockées dans l'un des moyens de stockage précités. Lors de la mise sous tension, le ou les programmes qui sont stockés dans une mémoire non volatile, par exemple sur le disque dur 250 ou la mémoire morte 220, sont transférés dans la mémoire vive 225 qui contient alors le code exécutable du ou des programmes selon l'invention, ainsi que des registres pour mémoriser les variables et paramètres nécessaires à la mise en œuvre de l'invention.

Il convient de noter que l'appareil comportant le dispositif selon l'invention peut également être un appareil programmé. Cet appareil contient alors le code du ou des programmes informatiques par exemple figé dans un circuit intégré à application spécifique (*Application Specific Integrated Circuit* ou ASIC).

Le procédé selon l'invention peut être décomposé en deux phases. Une première phase a pour objet la modélisation de l'objet tridimensionnel par un ensemble de surfaces développables, c'est-à-dire de surfaces tridimensionnelles pouvant être représentées dans un plan, sans déformation. Une seconde phase a pour objet le transfert du motif bidimensionnel sur les surfaces développables modélisées.

La première phase n'a besoin d'être réalisée qu'une seule fois pour chaque modèle d'objet tridimensionnel tandis que la seconde phase doit être répétée une ou plusieurs fois pour chaque motif bidimensionnel (par exemple pour chaque couleur) devant être transféré sur cet objet tridimensionnel et pour chaque objet tridimensionnel.

La figure 3 illustre certaines étapes d'un exemple d'algorithme pour mettre en œuvre la première partie du procédé selon l'invention afin de modéliser l'objet tridimensionnel par un ensemble de surfaces développables. Après avoir créé un modèle tridimensionnel de l'objet à modéliser, une première étape consiste à déterminer la partie à modéliser (étape 300), c'est-à-dire ici la partie sur laquelle doit être transféré le motif bidimensionnel. Le modèle tridimensionnel de l'objet est issu, par exemple, d'un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) tel que le logiciel Catia (Catia est une marque), développé par la société Dassault Systèmes et commercialisé par la société International Business Machine corporation. Cette étape peut prendre en compte la symétrie de l'objet tridimensionnel. Ainsi, par exemple, pour un avion sur lequel un motif bidimensionnel doit être transféré, il est possible de ne sélectionner qu'une partie de l'avion selon une coupe longitudinale déterminée selon le plan vertical médian, comme illustré sur la figure 5. Il est également possible de décomposer la modélisation d'un objet tridimensionnel en surfaces développables en plusieurs parties, chaque partie étant liée à la complexité de la surface qui lui est associée.

Lorsque la partie du modèle tridimensionnel est sélectionnée, une nouvelle surface, appelée surface de modélisation, est déterminée pour réaliser un modèle tridimensionnel approximé (étape 305). La surface de modélisation est utilisée à la place de la surface de l'objet tridimensionnel à modéliser pour prendre en compte l'erreur introduite par la modélisation de l'objet tridimensionnel en surfaces développables, c'est-à-dire pour prendre en compte la différence de longueur entre la surface théorique de départ et la surface développable. La surface de modélisation est une surface parallèle à la surface de l'objet tridimensionnel, située à l'extérieur de la surface de l'objet tridimensionnel. La distance entre la surface de modélisation et la surface réelle de l'objet tridimensionnel est choisie en fonction du type de l'objet tridimensionnel à modéliser. En particulier, si l'objet tridimensionnel à modéliser est un avion, la distance entre la surface de modélisation et la surface réelle de l'avion est choisie selon le type d'avion, le type et le nombre de jonctions de panneaux et de la position du profil théorique avion. Par exemple, pour un avion

Airbus A320 la distance choisie est de 2mm et pour un avion Airbus A340 la distance choisie est de 3,5mm. Cependant, le procédé étant de préférence itératif, cette distance peut être déterminée automatiquement.

Lorsque la surface de modélisation est déterminée, un ensemble de surfaces développables est déterminé à partir de la surface de modélisation (étape 310). Chaque surface développable est déterminée par deux courbes de référence de la surface de modélisation, la surface développable étant construite par l'ensemble des segments normaux aux deux courbes et dont les extrémités appartiennent aux deux courbes, formant une surface réglée. De façon plus générale, les surfaces développables peuvent être construite par tout type de balayage appuyant un segment sur une ou plusieurs courbes. Les courbes de référence de la surface de modélisation peuvent notamment être déterminées par l'intersection de plans avec la surface de modélisation ou par la forme du motif bidimensionnel à projeter lui-même. Par exemple, la figure 5 illustre une surface de modélisation 500 comprenant deux courbes 505-1 et 505-2 obtenues par l'intersection des plans parallèles 510-1 et 510-2 avec la surface de modélisation 500. La surface développable engendrée par les courbes 505-1 et 505-2 est la surface 515. Il convient de noter ici que la distance entre les courbes de référence est de préférence déterminée selon la complexité de la surface à modéliser. Selon un mode de réalisation avantageux, une distance par défaut entre deux courbes de référence voisine est utilisée, cette distance étant réduite de façon récursive tant que la différence entre la surface de modélisation et la surface développable générée par ces deux courbes de référence est supérieure à un seuil prédéterminé (étape 315). Ainsi, si la distance entre la surface de modélisation et la surface développable générée par les deux courbes de référence utilisées est supérieure à un seuil prédéterminé, la distance entre les deux courbes de référence utilisée est réduite et une nouvelle surface développable est calculée (l'étape 310 est répétée).

L'écart maximal entre la surface de modélisation et la surface développable doit être ici au maximum de 2mm. Naturellement, cette valeur peut être réduite ou augmentée pour améliorer ou diminuer la précision.

Au contraire, si la distance entre la surface de modélisation et la surface développable générée par les deux courbes de référence utilisées est inférieure à un seuil prédéterminé et si la surface de modélisation n'a pas encore été entièrement modélisée par des surfaces développables, deux nouvelles courbes de référence sont sélectionnées, ou une seule si la seconde correspond à la sélection précédente, pour déterminer une nouvelle surface développable. Comme représenté par la flèche en pointillés, le processus est répété jusqu'à ce que toute la surface sélectionnée soit modélisée par des surfaces développables.

Alternativement, la distance entre deux courbes de référence peut être régulière et prédéterminée.

A titre d'illustration, les surfaces développables présentées sur les figures 5 à 8 ont été générées à partir de courbes de référence résultant de l'intersection de plans verticaux perpendiculaires à l'axe longitudinal de l'avion. Ces plans sont donc ici parallèles et génèrent des surfaces développables sous forme de bandes.

Lorsque l'ensemble des surfaces développables de la partie sélectionnée de l'objet tridimensionnel a été créé, il est possible de modéliser d'autres parties non sélectionnées en utilisant certaines symétries. Par exemple, la modélisation du demi cockpit d'avion présenté sur la figure 6 peut être utilisée pour modéliser l'ensemble du cockpit d'avion en surfaces développables. Une telle extension se fait par simple géométrie.

Il est ensuite avantageux de reporter certains points caractéristiques de l'objet tridimensionnel sur les surfaces développables pour faciliter la mise en place ultérieure des prédécoupés ou des poncifs sur l'objet tridimensionnel (étape 320). En particulier, les courbes caractéristiques telles que les traces de panneaux constituant l'avion, les contours des hublots et les contours de portes sont projetées sur chaque surface développable. Une telle projection est obtenue selon des méthodes classiques telles que la méthode présentée dans le brevet cité précédemment.

Le résultat obtenu par l'algorithme présenté sur la figure 3 est donc un ensemble de surfaces développables comprenant, de préférence, des points

caractéristiques. Cet ensemble de surfaces développables peut être directement utilisé pour transférer le motif bidimensionnel ou peut être stocké sous forme de fichier informatique pour être utilisé ultérieurement ou pour être utilisé ultérieurement pour le transfert d'autres motifs bidimensionnels. Lorsque l'ensemble de surfaces développables est mémorisé sous forme de fichier informatique, un tel fichier peut contenir, par exemple, l'ensemble des contours de ces surfaces développables auquel sont avantageusement associées leur position respective ainsi que des listes de points caractéristiques. Les surfaces développables peuvent être mémorisées sous forme de surfaces tridimensionnelles ou sous forme de surfaces planaires, c'est-à-dire que les surfaces développables sont développées selon une transformation géométrique standard.

La figure 4 illustre certaines étapes d'un exemple d'algorithme pour obtenir un ensemble de prédécoupés ou de poncifs à partir d'un modèle d'objet tridimensionnel constitué de surfaces développables et d'un motif bidimensionnel.

Le modèle de l'objet tridimensionnel est utilisé pour projeter les motifs bidimensionnels (étape 400) selon un algorithme de projection standard, tel que celui présenté dans le brevet cité précédemment. La projection des motifs tridimensionnels est alors transférée sur les surfaces développables (étape 405) de la même façon que les points caractéristiques de l'objet tridimensionnel ont été transférés sur les surfaces développables (étape 320 de la figure 3).

Les surfaces développables sont alors de préférence développées et positionnées dans un même plan pour faciliter la création de fichiers de tracés pouvant être utilisés pour produire des prédécoupés ou des poncifs. La figure 7 représente un ensemble de surfaces développables et développées comprenant des points caractéristiques et la projection des motifs bidimensionnels. La création de tels fichiers constitue un moyen efficace de transmettre à un fabricant de prédécoupés ou de poncifs les données précises et finales relatives à chaque surface développable. De tels fichiers permettent également de conserver une représentation de prédécoupés ou de poncifs pour

un usage ultérieur direct, par exemple, pour repeindre les décorations d'un avion.

A partir des informations déterminées précédemment, il est possible de fabriquer les prédécoupés ou les poncifs (étape 410). Les formats des prédécoupés ou des poncifs sont déterminés selon les motifs bidimensionnels à reproduire et selon des références caractéristiques permettant le positionnement des prédécoupés ou des poncifs. Selon un mode de réalisation particulier, la fabrication des prédécoupés ou des poncifs comprend de préférence les étapes suivantes,

- traçage sur un support pour prédécoupés ou poncifs des contours des surfaces développables et développées ;
- découpage des surfaces développées à l'aide des contours tracés précédemment ; et,
- traçage sur les surfaces développées et découpées des points caractéristiques utilisés pour le positionnement des prédécoupés ou des poncifs sur l'objet tridimensionnel et des motifs.

La fabrication des poncifs et prédécoupés se fait avantageusement sur des machines capables de tracer et de découper des adhésifs tels que des prédécoupés en adhésif ou en mylar ou tout autre support adapté à assurer un traçage ou un masquage sur l'objet tridimensionnel.

L'application sur l'objet tridimensionnel est ensuite réalisée suivant un ordonnancement préalablement défini, afin de suivre un ordre logique et organisé, sans avoir recours à des aides supplémentaires telles que des cotes ou d'autres repères. L'ordonnancement est de préférence réalisé en fonction de la zone de l'avion selon le nombre et le type de références permettant la pose des prédécoupés ou poncifs. Il convient de noter qu'un prédécoupé ou un poncif peut être positionné dès que deux références au moins sont disponibles sur un élément, l'une permettant un positionnement suivant l'axe X de l'avion et l'autre permettant un positionnement suivant l'axe Z de l'avion. En pratique, une pose de gauche à droite et de haut en bas permet de poser tous les composants sans difficulté les uns à la suite des autres, en ayant comme moyen de contrôle les références tracées sur chacun des prédécoupés ou des

poncifs. Ceci permet de maîtriser les tolérances de pose et de les répartir entre chacun des éléments s'il y a lieu. Il n'est donc pas nécessaire de recourir à des outillages particuliers pour effectuer la pose de ces prédécoupés ou de poncifs. La figure 8 illustre le positionnement de prédécoupés formés à partir de surfaces développables, comprenant des points caractéristiques pour leur positionnement. Les surfaces développables présentées sur la figure 8 sont positionnées et comprennent la projection des motifs bidimensionnels permettant leur transfert sur l'objet tridimensionnel.

Naturellement, pour satisfaire des besoins spécifiques, une personne compétente dans le domaine de l'invention pourra appliquer des modifications dans la description précédente.

REVENDICATIONS

1. Procédé de modélisation de prédécoupés ou de poncifs pour au moins une partie d'un objet tridimensionnel à surface non développable à partir d'une modélisation (305) dudit objet tridimensionnel, ce procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes,

- décomposition de ladite au moins une partie dudit objet tridimensionnel en une pluralité de surfaces ; et,

- pour chaque surface de ladite pluralité de surfaces, approximation de ladite surface de ladite modélisation dudit objet tridimensionnel par une surface développable (310).

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape de mesure (315) d'au moins une erreur entre au moins une desdites surfaces développables dudit objet tridimensionnel et ledit modèle dudit objet tridimensionnel et en ce que lesdites étapes de décomposition de ladite au moins une partie dudit objet tridimensionnel en une pluralité de surfaces et d'approximation desdites surfaces de ladite modélisation dudit objet tridimensionnel par lesdites surfaces développables sont répétées si ladite au moins une erreur mesurée est supérieure à un seuil prédéterminé.

3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2 caractérisé en ce que ladite modélisation dudit objet tridimensionnel est une modélisation approximée dudit objet tridimensionnel.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ladite étape d'approximation d'une surface de ladite partie de ladite modélisation dudit objet tridimensionnel par une surface développable comprend une étape de détermination d'une première et d'une seconde courbes de référence sur ladite modélisation dudit objet tridimensionnel, ladite surface développable étant la surface réglée déterminée par lesdites première et seconde courbes de référence.

5. Procédé selon la revendication 4 caractérisé en ce qu'au moins l'une desdites première et seconde courbes de référence est obtenue par l'intersection d'une surface de ladite modélisation dudit objet tridimensionnel avec un plan prédéterminé, ou par une caractéristique d'un motif bidimensionnel à projeter sur ledit objet tridimensionnel.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 et 5 caractérisé en ce que lesdites première et seconde courbes de référence sont parallèles.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape de transfert d'au moins un point caractéristique de ladite modélisation dudit objet tridimensionnel sur au moins une desdites surfaces développables.

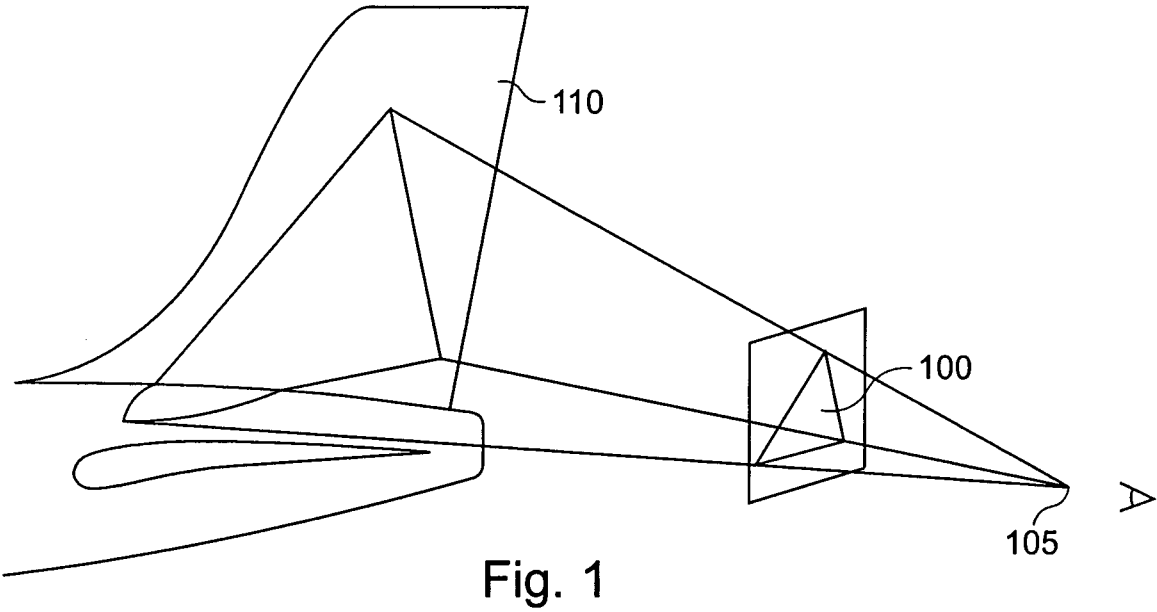
8. Procédé d'aide au transfert d'un motif bidimensionnel sur un objet tridimensionnel à surface non développable, à partir d'une modélisation dudit objet tridimensionnel et d'une projection dudit motif bidimensionnel sur ladite modélisation dudit objet tridimensionnel, ce procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes,

- modélisation de prédécoupés ou de poncifs pour au moins une partie de ladite modélisation dudit objet tridimensionnel par une pluralité de surfaces développables selon le procédé de l'une quelconque des revendications précédentes ; et,

- transfert (405) d'au moins une partie de ladite projection dudit motif bidimensionnel sur au moins une desdites surfaces développables, ladite au moins une desdites surfaces développables étant adaptée à être positionnée sur ledit objet tridimensionnel pour transférer au moins une partie dudit motif bidimensionnel sur ledit objet tridimensionnel.

9. Dispositif comprenant des moyens adaptés à la mise en œuvre de chacune des étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

10. Programme d'ordinateur comprenant des instructions adaptées à la mise en œuvre de chacune des étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.



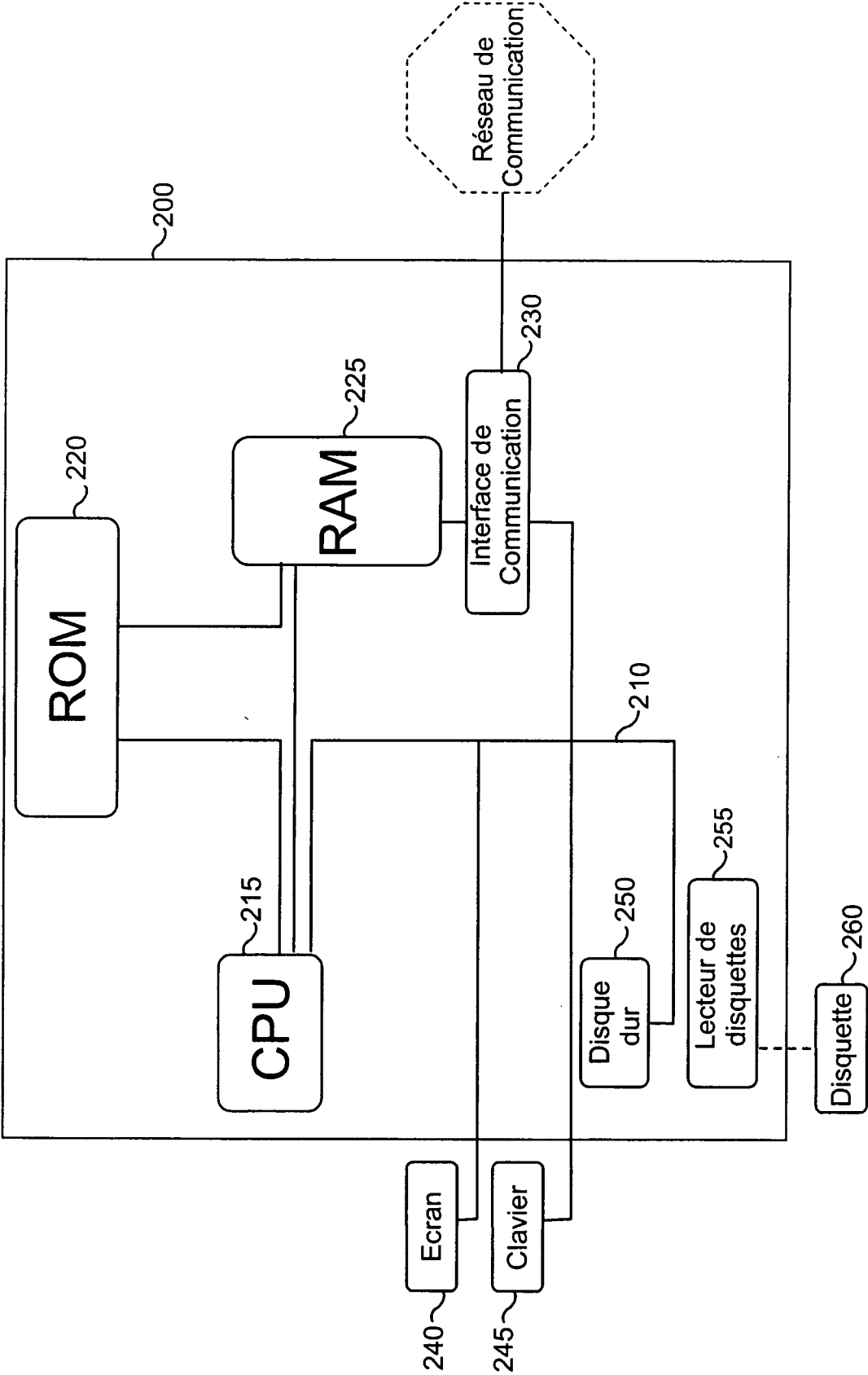


Fig. 2

3/6

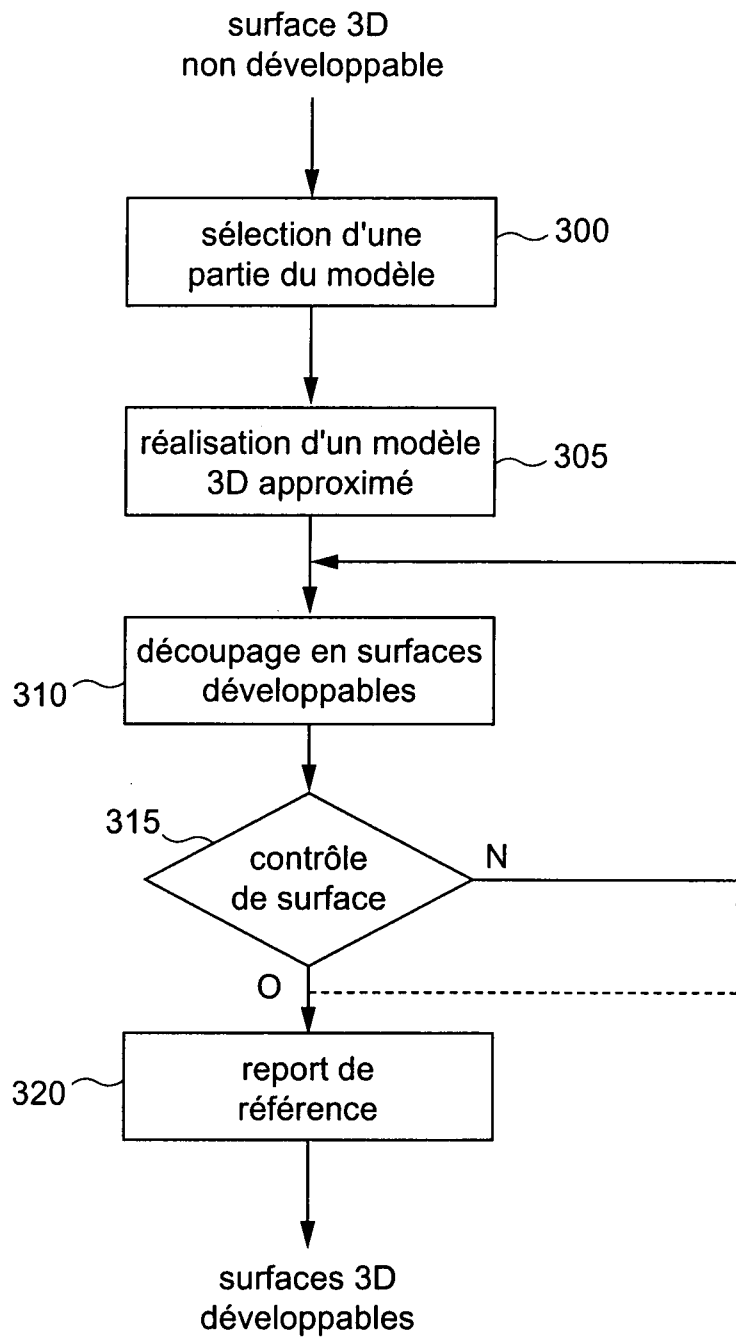


Fig. 3

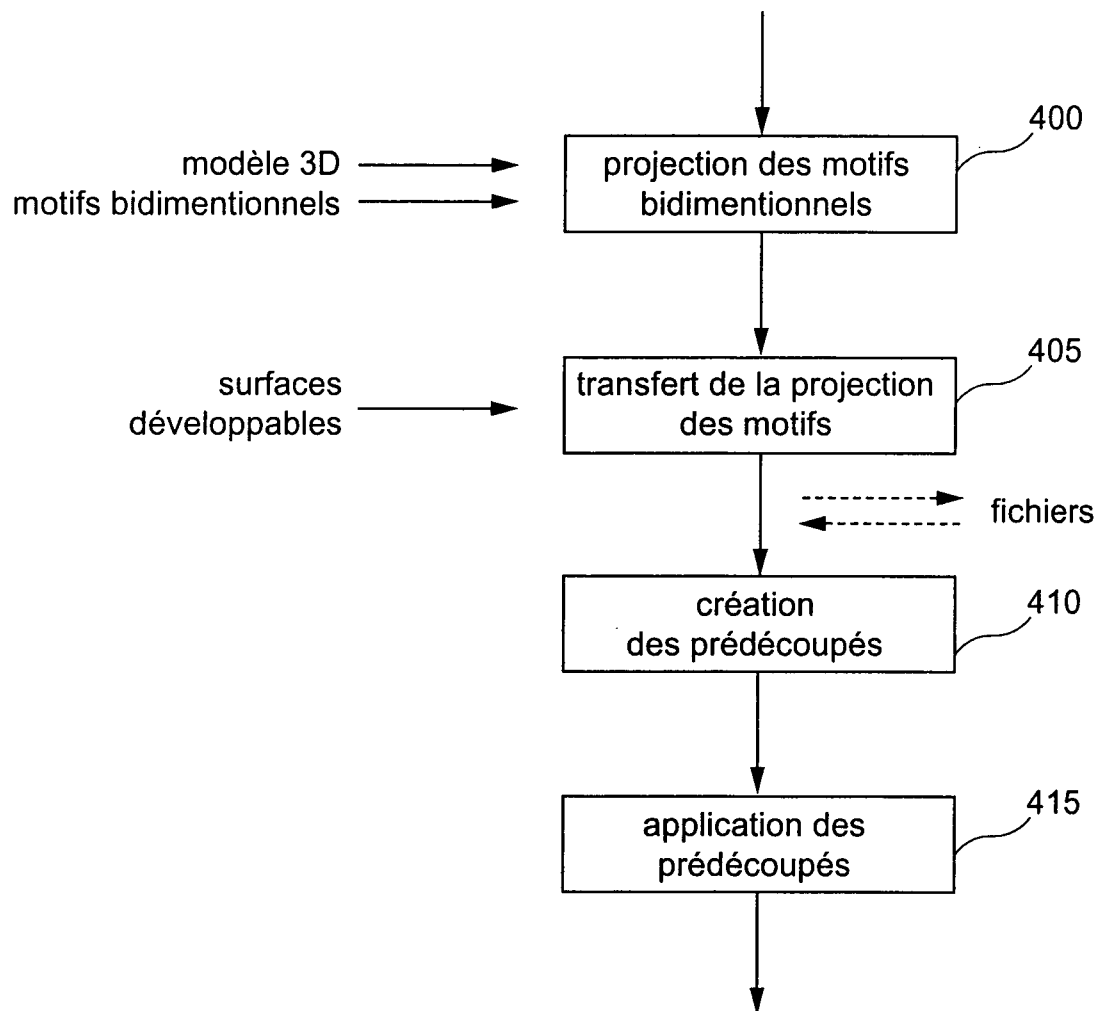
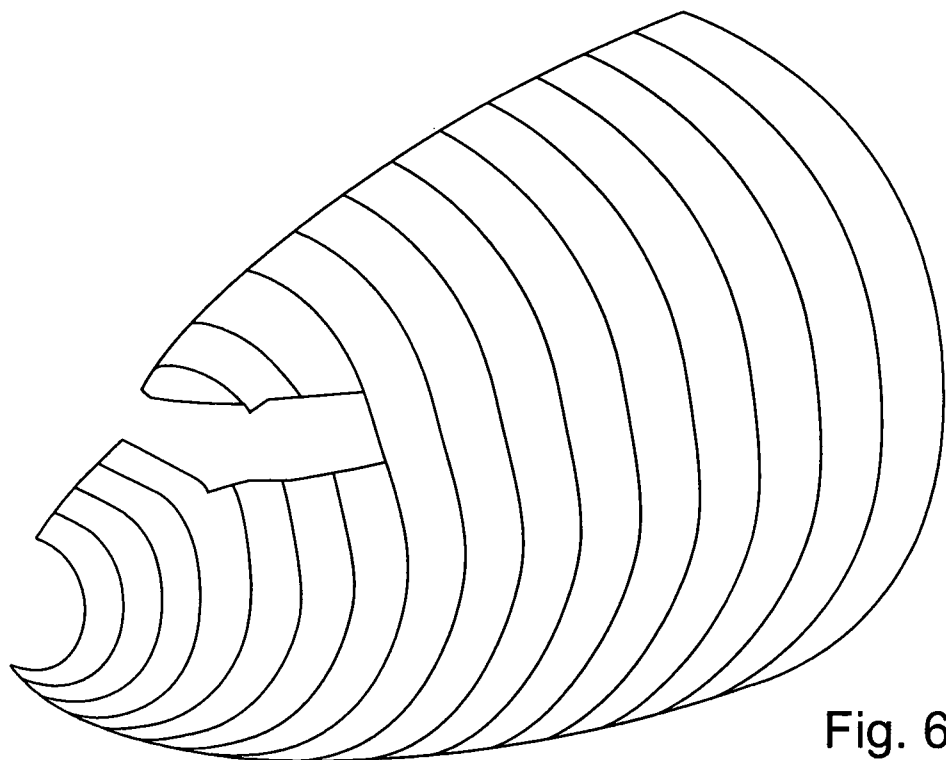
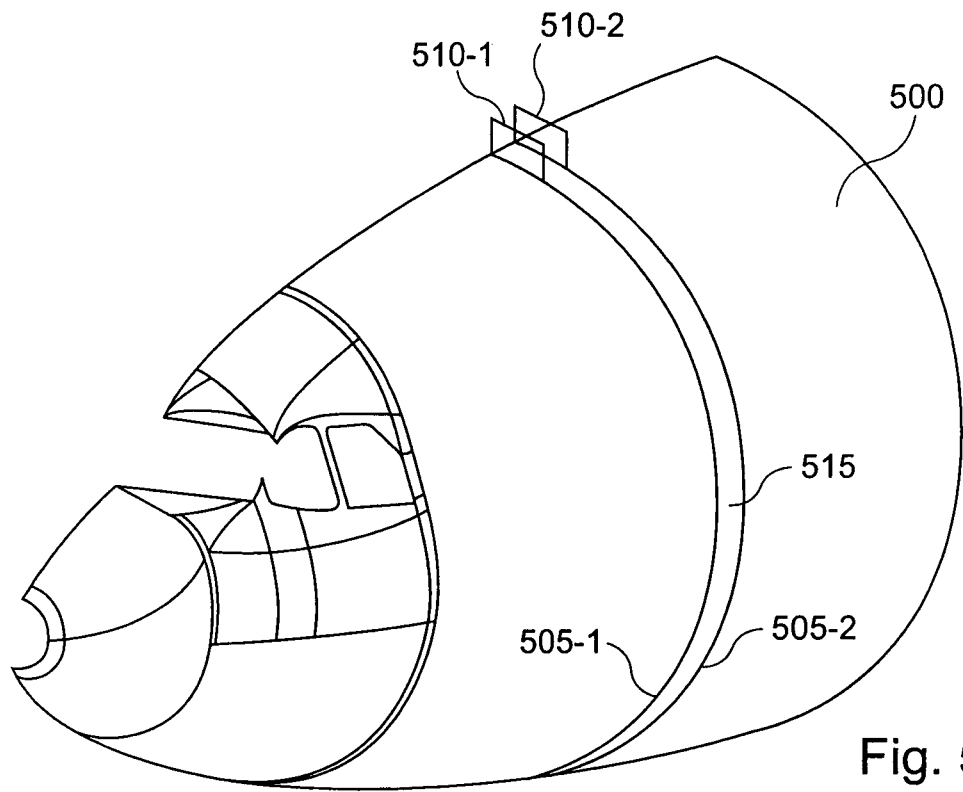


Fig. 4

5/6



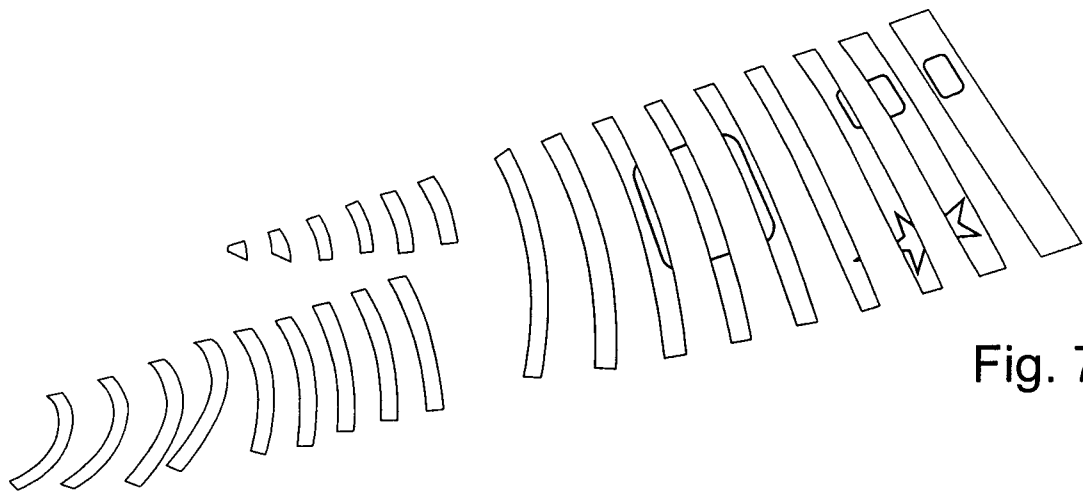


Fig. 7

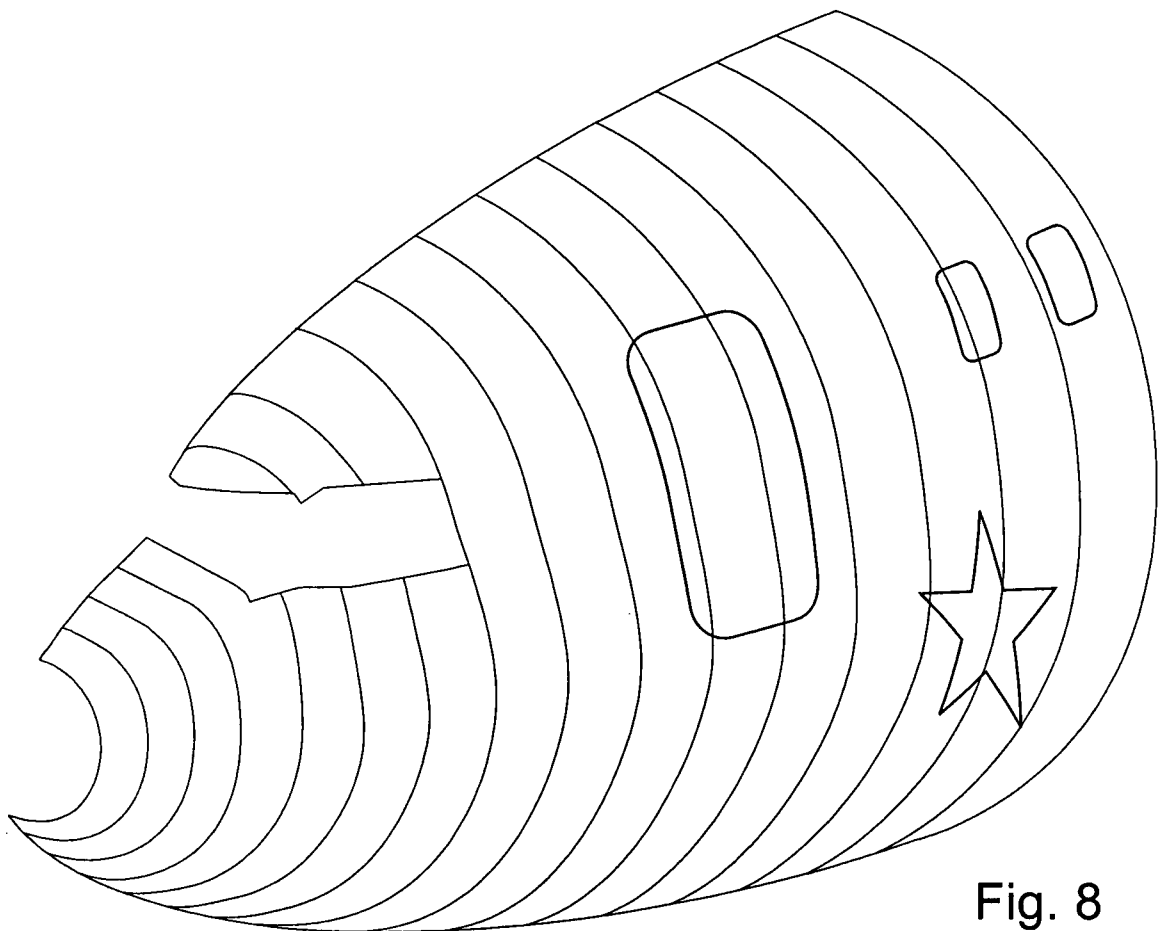


Fig. 8