

⑫ **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ Procédé de positionnement automatique de défauts d'un coupon de matière souple à caractéristiques non homogènes.

②② Date de dépôt : 24.10.22.

③③ Priorité :

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *LECTRA Société anonyme* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 26.04.24 Bulletin 24/17.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 25.10.24 Bulletin 24/43.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : *GUILBERT Sylvain*.

⑦③ Titulaire(s) : *LECTRA Société anonyme*.

⑦④ Mandataire(s) : *Cabinet Beau de Loménie*.



Description

Titre de l'invention : Procédé de positionnement automatique de défauts d'un coupon de matière souple à caractéristiques non homogènes

Domaine technique

- [0001] L'invention concerne la découpe de pièces dans des coupons de matière souple à caractéristiques non homogènes, notamment des cuirs ou des peaux naturelles.
- [0002] Un domaine d'application de l'invention est celui de la fabrication d'articles, en particulier en cuir, nécessitant l'assemblage de pièces découpées dans de tels coupons. Les industries concernées sont notamment celles de l'ameublement, de la sellerie, de la maroquinerie, de la chaussure et de l'habillement.

Technique antérieure

- [0003] La découpe automatique de pièces dans des cuirs ou des peaux naturelles dans le but de fabriquer un article présente typiquement plusieurs étapes principales, à savoir : une première étape de numérisation du contour et des défauts de la peau, suivie d'une deuxième étape qui consiste à effectuer le placement d'un maximum de pièces sur la peau numérisée, puis une troisième étape de découpe des pièces dans la peau en suivant le placement préétabli, et enfin une quatrième étape qui consiste à décharger les pièces découpées.
- [0004] En fonction de la manière dont ces étapes principales sont enchaînées les unes par rapport aux autres, ceci conduit à différents procédés de découpe.
- [0005] Ainsi, selon un procédé de découpe dit « online » (pour « en ligne » en français), les quatre étapes principales décrites ci-dessus sont effectuées les unes à la suite des autres sur une même table de coupe.
- [0006] L'intérêt de ce procédé réside dans sa simplicité en termes d'organisation pour l'utilisateur, ainsi que dans la réactivité et la souplesse qu'il autorise (en termes de planning d'organisation). En revanche, l'inconvénient principal d'un tel procédé est la difficulté à bien synchroniser et équilibrer l'ensemble des étapes principales. En effet, si l'une de ces étapes prend plus de temps que prévu, le risque est grand de ralentir le procédé global.
- [0007] Selon un autre procédé dit « offline » (pour « hors-ligne » en français), les étapes de numérisation de la peau, de placement des pièces, puis de découpe et de déchargement des pièces sont effectuées séparément, sur des matériels différents et avec des intervalles de temps entre ces étapes laissés à la discrétion de l'utilisateur.
- [0008] Les intérêts et inconvénients de ce procédé sont l'inverse de ceux rencontrés avec le procédé « online ». En particulier, la séparation des principales étapes permet de gérer

celles qui prennent plus de temps que les autres (par exemple en adaptant le nombre de digitaliseurs par rapport au nombre de découpeurs, et/ou en adaptant le temps de calcul consacré au placement des pièces). A l'inverse, ce procédé « offline » réclame une plus grande organisation chez l'utilisateur, ainsi que des manipulations supplémentaires (voire du stockage) de peaux entre les étapes.

- [0009] Un autre inconvénient de ce procédé réside dans l'introduction d'une nouvelle étape par rapport au procédé « online » qui consiste à repositionner une peau préalablement numérisée sur la machine de coupe. En effet, il n'est pas simple en terme d'ergonomie de repositionner de la même façon une peau. De plus, cette manipulation engendre toujours des imprécisions supplémentaires qu'il est nécessaire de prendre en compte lors du placement des pièces en gardant un espace non utilisé suffisamment grand en lisière de peau, ce qui diminue l'efficacité du placement.
- [0010] Il existe encore un autre procédé dit « semi-offline » (pour « semi-hors-ligne » en français) qui consiste en un procédé intermédiaire entre les procédés « online » et « offline » décrits ci-dessus. Dans ce procédé, seule l'étape de numérisation du contour et des défauts des peaux est déportée sur un autre matériel et est désynchronisée des autres étapes principales. En effet, la numérisation des défauts d'une peau est souvent l'étape la plus coûteuse en temps, et de la qualité de cette numérisation (à savoir la prise en compte de la totalité des défauts, leur localisation exacte sans les grossir) va dépendre l'efficacité du placement et la réduction de taux de pièces rejetées.
- [0011] L'inconvénient de ce procédé « semi-offline » (tout comme dans le procédé « offline ») réside dans la difficulté pour un opérateur de repositionner la peau. En revanche, dans ce procédé, le placement des pièces sur la peau n'a pas encore eu lieu et se fera à l'intérieur du véritable contour qui sera à nouveau numérisé après l'étape de repositionnement. Contrairement au procédé « offline », il n'est donc pas nécessaire de prévoir une marge supplémentaire en lisière de peau, ce qui est bénéfique pour l'efficacité du placement.
- [0012] La difficulté d'un tel procédé « semi-offline » réside, d'une part dans la facilité de la phase de repositionnement de la peau, et d'autre part dans la précision de repositionnement (automatique) des défauts à l'intérieur du nouveau contour numérisé de la peau.
- [0013] En effet, le cuir est un matériau souple qui se déforme plus ou moins selon la façon dont un opérateur positionne la peau sur la table lors de la première numérisation et dont un autre opérateur repositionnera cette même peau sur une autre table lors de la seconde numérisation. Or, la façon dont se déforme la peau a des conséquences directes sur le positionnement des défauts.
- [0014] Outre ces déformations de la peau dues aux façons différentes dont les opérateurs la déposent sur une table, la peau a pu séjourner plusieurs semaines voire mois entre les

deux étapes de numérisation. Or, les conditions de stockage ainsi que des différences éventuelles d'humidité et de température entre les deux étapes de numérisation impactent également les déformations possibles de la peau, et donc le positionnement des défauts.

- [0015] De plus, le positionnement de la peau lors de la première étape de numérisation est généralement effectué sur un digitaliseur possédant un convoyeur en polyuréthane, relativement lisse, tandis que le repositionnement des défauts de la peau lors la nouvelle numérisation s'effectue sur une machine de coupe avec un convoyeur en feutre qui possède une accroche forte avec la peau. Ceci peut encore entraîner des difficultés supplémentaires pour mener à bien l'étape de repositionnement des défauts de la peau.
- [0016] Les multiples déformations subies par la peau qui ont été décrites ci-dessus ne sont malheureusement pas homogènes et ne sont donc pas prédictibles. Aussi, l'étape de repositionnement des défauts devra être capable de retrouver le plus précisément possible la position du contour et de tous les défauts de la peau.
- [0017] Pour résoudre cette problématique de repositionnement des défauts, il est connu d'utiliser des vidéoprojecteurs qui projettent une image de la peau entière (ou bien seulement une partie de celle-ci) préalablement numérisée sur la peau posée sur la machine de coupe. L'opérateur procède ensuite par grignotage pour repositionner la totalité de la peau et de ses défauts.
- [0018] Cependant, cette méthode reste assez faible en termes d'ergonomie et de précision. En effet, l'opérateur doit corriger la position des bords de peau (en se fiant au contour projeté, ce qui est peu précis) en tirant sur cette dernière, ce qui peut provoquer des tensions fortes près des bords de peau.

Exposé de l'invention

- [0019] L'invention a donc pour but principal de pallier de tels inconvénients en proposant un procédé de positionnement des défauts par un calcul automatique de la position des défauts qui soit simple et ergonomique.
- [0020] Conformément à l'invention, ce but est atteint grâce à un procédé de positionnement automatique de défauts d'un coupon de matière souple à caractéristiques non homogènes dans lequel des pièces sont destinées à être découpées, comprenant les étapes successives de :
- obtention d'une image numérique du contour du coupon dans son état initial et de la position des défauts de celui-ci ;
 - après le repositionnement du coupon dans un état prêt à la découpe, obtention d'une nouvelle image numérique du contour du coupon ;
 - superposition des images numériques des contours du coupon dans son état initial et dans son état prêt à la découpe ;

- détermination d'une valeur de rotation à appliquer à au moins l'un des deux contours pour minimiser la superficie totale des zones délimitées par les deux contours qui ne se superposent pas ;
- application de la valeur de rotation à la position de chaque défaut de l'image numérique du coupon dans son état initial pour les pré-positionner à l'intérieur de l'image numérique du coupon dans son état prêt à la découpe ;
- détermination d'une pluralité de transformations géométriques pour minimiser localement la superficie des zones des deux contours qui ne se superposent pas ; et
- application à la position de chaque défaut pré-positionné à l'intérieur de l'image numérique du coupon dans son état prêt à la découpe de l'une des transformations géométriques en fonction de la position du défaut à l'intérieur du contour du coupon dans son état initial afin de repositionner le défaut précisément à l'intérieur de l'image numérique du coupon dans son état prêt à la découpe.

[0021] Le procédé selon l'invention est remarquable en ce qu'il prévoit un algorithme de repositionnement des défauts qui permet d'appliquer à la position de chaque défaut une transformation géométrique spécifique qui dépend de la localisation du défaut à l'intérieur du contour du coupon. En d'autres termes, la déformation géométrique appliquée à chaque défaut n'est pas la même pour tous les défauts. Le procédé permet ainsi de repositionner de façon automatique et avec une grande précision l'ensemble des défauts du coupon.

[0022] Par ailleurs, le procédé selon l'invention ne requiert qu'un simple scanner linéaire (ou une ou plusieurs caméras matricielles) en entrée de la machine de coupe à convoyeur qui peut être identique à celui utilisé lors de l'étape de numérisation. Le coupon est ainsi simplement posé par l'opérateur sur le scanner à l'endroit et de la façon dont il le souhaite. En particulier, cette solution permet aux utilisateurs de découpeurs adaptés à un procédé « online » de l'utiliser pour mettre en œuvre un procédé « semi-offline » sans aucune modification hardware de leur découpeur.

[0023] De préférence, la rotation des images numériques des contours du coupon est réalisée par rapport aux barycentres respectifs des deux contours après avoir été superposés.

[0024] Les transformations géométriques peuvent comprendre chacune une composante de rotation et une composante de rapport d'homothétie.

[0025] Dans ce cas, dans un système de coordonnées polaires dont l'origine est constituée par le barycentre respectif des deux contours, on construit avantageusement un champ discret de secteurs angulaires recouvrant les deux contours et on associe à chaque secteur angulaire des transformations géométriques dont les composantes de rotation et de rapport d'homothétie sont déterminées pour minimiser localement la superficie des

zones des deux contours qui ne se superposent pas.

- [0026] De préférence, les composantes de rotation et de rapport d'homothétie de chaque transformation géométrique sont déterminées par dichotomie pour obtenir les valeurs de rotation et de rapport d'homothétie qui minimisent la superficie des zones non superposées des portions des deux contours concernées par la valeur d'angle associée à la transformation géométrique.
- [0027] L'étape d'application à chaque défaut pré-positionné de l'une des transformations géométriques peut s'appliquer à chacun des sommets d'un polygone englobant le contour du défaut.
- [0028] Dans ce cas, pour chaque sommet de chaque polygone englobant le contour d'un défaut, on identifie avantageusement les deux angles qui encadrent géométriquement ce sommet, et on applique aux coordonnées du sommet une combinaison des valeurs de rotation et de rapport d'homothétie des deux transformations géométriques associées aux deux valeurs d'angles correspondantes.
- [0029] L'invention a également pour objet un procédé de découpe de pièces dans des coupons de matière souple à caractéristiques non homogènes, comprenant :
- une étape de numérisation du contour des coupons dans leur état initial et de la position des défauts de ceux-ci ;
 - pour chaque coupon, une nouvelle étape de numérisation du contour du coupon sur une table de numérisation et de coupe ;
 - une étape de positionnement automatique des défauts du coupon selon le procédé tel que défini précédemment ;
 - une étape de placement de pièces à découper dans le coupon ; et
 - une étape de découpe des pièces.
- [0030] L'invention a encore pour objet un programme d'ordinateur comportant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé de positionnement automatique de défauts d'un coupon de matière souple à caractéristiques non homogènes tel que défini précédemment.
- [0031] L'invention a également pour objet un support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé de positionnement automatique de défauts d'un coupon de matière souple à caractéristiques non homogènes tel que défini précédemment.

Brève description des dessins

- [0032] [Fig.1] La [Fig.1] est un ordinogramme illustrant les principales étapes d'un procédé « semi-offline » de découpe de pièces selon l'invention.
- [0033] [Fig.2] La [Fig.2] est un autre ordinogramme illustrant les principales étapes d'un

procédé de positionnement de défauts selon l'invention.

- [0034] [Fig.3] à [Fig.11] Les figures 3 à 11 représentent des exemples de mises en œuvre des différentes étapes du procédé de positionnement de défauts selon l'invention.

Description des modes de réalisation

- [0035] L'invention s'applique à la découpe de pièces dans des coupons de matière souple à caractéristiques non homogènes, notamment dans des cuirs ou des peaux naturelles, dans le but de fabriquer un article.
- [0036] Plus précisément, l'invention s'intègre dans un procédé de découpe dit « semi-offline » (pour « semi-hors-ligne » en français) dont les étapes principales sont décrites dans l'ordinogramme de la [Fig.1].
- [0037] Au cours de l'étape initiale S10 de ce procédé, il est prévu de numériser le contour de l'ensemble des coupons $C_1, \dots, C_i, \dots, C_n$ dans leur état initial et de déterminer avec précision la position des défauts de ces coupons à l'intérieur de leur contour. La numérisation de la position des défauts peut être réalisée de façon automatique à l'aide du scanner ou bien par un opérateur.
- [0038] Cette étape de numérisation initiale des coupons est réalisée sur une table de numérisation munie d'un scanner et est désynchronisée par rapport aux autres étapes du procédé de découpe. Les données numériques des coupons $C_1, \dots, C_i, \dots, C_n$ sont stockées et les coupons numérisés peuvent ensuite être rangés dans un lieu de stockage.
- [0039] Chaque coupon C_i est ensuite sorti de son lieu de stockage pour être positionné à plat sur une table de coupe munie d'un scanner en entrée où il subit une nouvelle étape de numérisation de son contour (étape S20).
- [0040] L'étape suivante consiste à repositionner de façon automatique les défauts du coupon C_i prêt à la découpe à l'intérieur de son contour selon le procédé de l'invention. Il s'agit ici d'un repositionnement à partir des données stockées au cours de l'étape S10, et non d'un nouveau positionnement de ces défauts. Cette étape S30 est détaillée ultérieurement.
- [0041] L'étape suivante S40 consiste à réaliser un placement des pièces à découper à l'intérieur du contour du coupon C_i . Typiquement, le placement des pièces à découper tient compte de la forme géométrique de ces pièces, de leurs éventuels liens entre elles et des défauts du coupon C_i . En outre, ce placement est optimisé pour limiter le gaspillage de matière.
- [0042] A partir de ce placement, un programme de coupe est élaboré, ce programme résultant d'une conversion du placement en ordres de déplacement de l'outil de coupe de la table de coupe.
- [0043] Le coupon C_i est ensuite transféré sur la zone de coupe de la table où les pièces sont découpées selon le programme de coupe (étape S50). Les pièces découpées peuvent

alors être déchargées (étape S60) et le procédé de coupe reprend à l'étape S20 avec un nouvel coupon C_{i+1} .

- [0044] En liaison avec les figures 2 à 11, on décrira maintenant les principales étapes du procédé de positionnement automatique de défauts d'un coupon C_i selon l'invention (correspondant à l'étape S30 du procédé décrit précédemment).
- [0045] Dans une première étape S31, on numérise à nouveau le contour du coupon C_i à l'aide du scanner de la table de coupe (le coupon se trouve dans un état prêt à la découpe).
- [0046] Un programme permet ensuite de superposer les deux images numériques du contour du coupon C_i (étape S32), à savoir l'image du coupon à son état initial I_0 qui a été acquise lors de l'étape S10, et l'image du coupon I_1 prêt à la découpe qui a été acquise au cours de l'étape S31.
- [0047] Comme représenté sur la [Fig.3], cette étape est obtenue en superposant les barycentres respectifs B_0 , B_1 des deux images du coupon I_0 , I_1 .
- [0048] Une fois superposés, un algorithme de calcul permet de déterminer une valeur de rotation à appliquer à l'image numérique I_0 , I_1 d'au moins l'un des deux contours du coupon pour minimiser la superficie totale des zones des deux contours qui ne se superposent pas (c'est-à-dire qui ne se recoupent pas), cette rotation des images numériques des contours du coupon étant réalisée par rapport aux barycentres respectifs B_0 , B_1 des deux contours après avoir été superposés (étape S33).
- [0049] A cet effet, l'algorithme calcule la superficie des images I_0 , I_1 des deux contours, puis cherche la valeur de rotation à appliquer à l'une d'entre elles pour que la valeur « (contour image $I_0 \setminus$ contour image I_1) $\cup$ (contour image $I_1 \setminus$ contour image I_0) » soit la plus petite possible.
- [0050] Sur l'exemple de la [Fig.3], les zones dont la superficie est à minimiser sont les zones hachurées.
- [0051] Au cours de l'étape suivante (étape S34), la valeur de rotation déterminée à l'étape précédente est appliquée à la position de chaque défaut de l'image numérique I_0 du coupon dans son état initial pour les pré-positionner à l'intérieur de l'image numérique I_1 du coupon dans son état prêt à la découpe.
- [0052] L'étape suivante (étape S35) consiste à calculer une pluralité de transformations géométriques permettant de minimiser localement la superficie des zones des images I_0 , I_1 des deux contours qui ne se superposent (ou recoupent) pas.
- [0053] On applique alors à la position de chaque défaut pré-positionné à l'intérieur de l'image numérique I_1 du coupon dans son état prêt à la découpe l'une des transformations géométriques préalablement calculées en fonction de sa position à l'intérieur du contour afin de le repositionner précisément à l'intérieur de l'image numérique du coupon dans son état prêt à la découpe (étape S36).

- [0054] L'algorithme mettant en œuvre ces deux dernières étapes S35 et S36 est décrit ci-après de façon plus précise.
- [0055] En particulier, l'algorithme de calcul de la transformation géométrique à appliquer à chaque défaut est réalisé dans un système de coordonnées polaires dont l'origine O est constituée par le barycentre respectif B_0 , B_1 des images I_0 , I_1 des deux contours.
- [0056] Dans ce repère, on construit un champ discret de n secteurs angulaires $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_i, \dots, \Delta_n$ recouvrant les images I_0, I_1 des deux contours et on associe à chaque secteur angulaire « Δ_i » une transformation géométrique ayant des composantes de rotation et de rapport d'homothétie qui sont déterminées pour minimiser localement la superficie des zones des deux contours qui ne se superposent (ou recoupent) pas.
- [0057] Par exemple, on choisira une discrétisation angulaire des images I_0, I_1 tous les degrés, ce qui équivaut à construire un champ avec 360 secteurs angulaires $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_i, \dots, \Delta_{360}$ et à déterminer 360 transformations géométriques différentes (une transformation par secteur angulaire « Δ_i »). Bien entendu, une discrétisation angulaire différente pourrait être retenue.
- [0058] A chaque secteur angulaire « Δ_i », l'algorithme de calcul associe alors une transformation géométrique composée d'une rotation d'angle « R_i » et d'une homothétie de rapport « H_i », ces deux transformations étant centrées sur l'origine O du système de coordonnées polaires.
- [0059] Pour chacun des secteurs angulaires « Δ_i », la composante de rotation d'angle « R_i » de la transformation géométrique associée est calculée par l'algorithme de calcul de la manière suivante.
- [0060] Comme représenté sur la [Fig.4], on considère un secteur angulaire « A_a » de largeur 10° qui est centré sur « Δ_i » et on affecte à ce secteur angulaire « A_a » un poids « P_a » de valeur 2.
- [0061] De plus, on considère un autre secteur angulaire « A_b » de largeur 30° qui est également centré sur « Δ_i » et on affecte à cet autre secteur angulaire « A_b » un poids « P_b » de valeur 1.
- [0062] Le principe retenu ici est de choisir un premier secteur angulaire (« A_a ») moins large avec un poids « P_a » plus élevé, et un deuxième secteur angulaire (« A_b ») plus large avec un poids (« P_b ») moins élevé afin de favoriser la recherche sur le secteur angulaire le moins large pour les cas où le contour y serait assez « découpé » (grâce au poids plus élevé) tout en élargissant la recherche si le contour est relativement linéaire (dans ce cas le résultat du calcul sur le secteur angulaire le moins large serait à peu près constant et le résultat du calcul sur le secteur angulaire le plus large deviendrait prépondérant).
- [0063] Les valeurs pour les secteurs angulaires et les poids sont données ici à titre d'exemple. Bien entendu, on pourrait imaginer prendre d'autres valeurs, par exemple

pour un type de coupon présentant des caractéristiques géométriques particulières

[0064] Pour chaque secteur angulaire « Δ_i », on considère ensuite la transformée I_{0-R} par la rotation d'angle « R_i » de l'image I_0 du coupon dans son état initial (voir la [Fig.5]).

[0065] A partir de ces données, on définit par S_{Ra} la superficie obtenue par l'équation suivante (et illustrée sur la [Fig.6]) :

[0066] [Math.1]

$$S_{Ra} = \left[(I_{0-R} \cap A_a) \setminus (I_1 \cap A_a) \right] \cup \left[(I_1 \cap A_a) \setminus (I_{0-R} \cap A_a) \right]$$

[0067] De même, toujours à partir de ces données, on définit par S_{Rb} la superficie obtenue par l'équation suivante (et illustrée sur la [Fig.7]) :

[0068] [Math.2]

$$S_{Rb} = \left[(I_{0-R} \cap A_b) \setminus (I_1 \cap A_b) \right] \cup \left[(I_1 \cap A_b) \setminus (I_{0-R} \cap A_b) \right]$$

[0069] L'algorithme de calcul va rechercher par dichotomie la valeur de la rotation d'angle « R_i » qui minimise la somme : $S_{Ra}P_a + S_{Rb}P_b$

[0070] Par ailleurs, pour chacun des secteurs angulaires « Δ_i », la composante d'homothétie « H_i » de la transformation géométrique associée est calculée par l'algorithme de calcul de la manière suivante.

[0071] Pour chaque secteur angulaire « Δ_i », on considère la transformée I_{0-H} par l'homothétie de rapport « H_i » de l'image I_0 du coupon dans son état initial (voir la [Fig.8]).

[0072] A partir de ces données, on définit par S_{Ha} la superficie obtenue par l'équation suivante (et illustrée sur la [Fig.9]) :

[0073] [Math.3]

$$S_{Ha} = \left[(I_{0-H} \cap A_a) \setminus (I_1 \cap A_a) \right] \cup \left[(I_1 \cap A_a) \setminus (I_{0-H} \cap A_a) \right]$$

[0074] De même, toujours à partir de ces données, on définit par S_{Hb} la superficie obtenue par l'équation suivante (et illustrée sur la [Fig.10]) :

[0075] [Math.4]

$$S_{Hb} = \left[(I_{0-H} \cap A_b) \setminus (I_1 \cap A_b) \right] \cup \left[(I_1 \cap A_b) \setminus (I_{0-H} \cap A_b) \right]$$

[0076] L'algorithme de calcul va rechercher par dichotomie la valeur du rapport d'homothétie « H_i » qui minimise la somme : $S_{Ha}P_a + S_{Hb}P_b$

[0077] Une fois les valeurs de la rotation d'angle « R_i » et du rapport d'homothétie « H_i » des transformations géométriques calculées pour l'ensemble des secteurs angulaires « Δ_i », l'algorithme de calcul prévoit d'appliquer une transformation géométrique à chaque défaut pré-positionné à l'intérieur de l'image numérique I_1 du coupon en fonction de ses coordonnées polaires.

[0078] Plus précisément, pour chaque défaut pré-positionné, la transformation géométrique s'applique à chacun des sommets d'un polygone englobant le contour du défaut.

- [0079] A cet effet, pour chaque sommet de chaque défaut pré-positionné, le procédé effectue une interpolation linéaire entre les valeurs les plus proches du champ discret calculé précédemment.
- [0080] La [Fig.11] montre un exemple d'application d'une telle interpolation linéaire à un défaut Z pré-positionné dont le contour est englobé dans un polygone ABCD.
- [0081] Si on désigne par Δ_A , Δ_B , Δ_C , et Δ_D les coordonnées angulaires respectives des sommets A, B, C, D du polygone englobant le contour d'un défaut pré-positionné, l'algorithme de calcul va déterminer les rotations d'angle R_A , R_B , R_C , et R_D et des rapports d'homothétie H_A , H_B , H_C , et H_D des transformations géométriques à appliquer.
- [0082] Pour chaque sommet du polygone, on désigne par « Δ_1 » et « Δ_2 » les coordonnées angulaires consécutives dans le champ discret calculé précédemment qui encadrent la coordonnée angulaire du sommet en question. Dans l'exemple d'une discrétisation angulaire des images I_0 , I_1 tous les degrés, on a donc $\Delta_2 - \Delta_1 = 1^\circ$.
- [0083] De plus, du fait d'une discrétisation angulaire des images I_0 , I_1 tous les degrés, pour le sommet A du polygone englobant le contour du défaut Z, on peut écrire l'égalité suivante : $\Delta_A = \alpha_1 \Delta_1 + \alpha_2 \Delta_2$ dans laquelle α_1 est l'angle entre Δ_1 et Δ_A et α_2 est l'angle entre Δ_A et Δ_2 . Bien entendu, les mêmes types d'égalités peuvent être écrites pour les autres sommets B, C, D du polygone.
- [0084] De façon plus générale (i.e. discrétisation angulaire pas forcément tous les degrés), α_1 et α_2 sont des coefficients dont la somme est égale à 1 (et qui correspondent à la valeur de l'angle correspondant divisé par la valeur de l'angle $\Delta_2 - \Delta_1$).
- [0085] En désignant par R_{Δ_1} , H_{Δ_1} et R_{Δ_2} , H_{Δ_2} les valeurs de la rotation d'angle et du rapport d'homothétie des transformations géométriques calculées respectivement pour les coordonnées angulaires Δ_1 et Δ_2 encadrant la coordonnée angulaire des sommets A, B, C, D du polygone, l'algorithme donne les valeurs des transformations géométriques appliquées au sommet A par les équations suivantes : $R_A = \alpha_1 R_{\Delta_1} + \alpha_2 R_{\Delta_2}$ et $H_A = \alpha_1 H_{\Delta_1} + \alpha_2 H_{\Delta_2}$
- [0086] Bien entendu, les mêmes types d'équations sont déterminées pour les autres sommets B, C, D du polygone.
- [0087] Lorsqu'on applique ces équations à l'ensemble des sommets A, B, C, D du polygone englobant le contour du défaut Z pré-positionné, on ainsi obtient le polygone A'B'C'D' représenté sur la [Fig.11] et qui englobe donc le défaut Z' repositionné précisément à l'intérieur de l'image numérique du coupon dans son état prêt à la découpe.
- [0088] Cette opération de calcul est réitérée pour l'ensemble des défauts pré-positionnés à l'intérieur de l'image numérique I_1 du coupon dans son état prêt à la découpe.

Revendications

[Revendication 1]

Procédé de positionnement automatique de défauts d'un coupon de matière souple à caractéristiques non homogènes dans lequel des pièces sont destinées à être découpées, comprenant les étapes successives de :

- obtention (S10) d'une image numérique (I_0) du contour du coupon (C_i) dans son état initial et de la position des défauts (Z) de celui-ci ;
- après le repositionnement du coupon dans un état prêt à la découpe, obtention (S31) d'une nouvelle image numérique (I_1) du contour du coupon ;
- superposition (S32) des images numériques (I_0 , I_1) des contours du coupon dans son état initial et dans son état prêt à la découpe ;
- détermination (S33) d'une valeur de rotation à appliquer à au moins l'un des deux contours pour minimiser la superficie totale des zones délimitées par les deux contours qui ne se superposent pas ;
- application (S34) de la valeur de rotation à la position de chaque défaut de l'image numérique (I_0) du coupon dans son état initial pour les pré-positionner à l'intérieur de l'image numérique (I_1) du coupon dans son état prêt à la découpe ;
- détermination (S35) d'une pluralité de transformations géométriques pour minimiser localement la superficie des zones des deux contours qui ne se superposent pas ; et
- application (S36) à la position de chaque défaut pré-positionné à l'intérieur de l'image numérique du coupon dans son état prêt à la découpe de l'une des transformations géométriques en fonction de la position du défaut à l'intérieur du contour du coupon dans son état initial afin de repositionner le défaut précisément à l'intérieur de l'image numérique du coupon dans son état prêt à la découpe.

[Revendication 2]

Procédé selon la revendication 1, dans lequel la rotation des images numériques (I_0 , I_1) des contours du coupon est réalisée par rapport aux barycentres (B_0 , B_1) respectifs des deux contours après avoir été superposés.

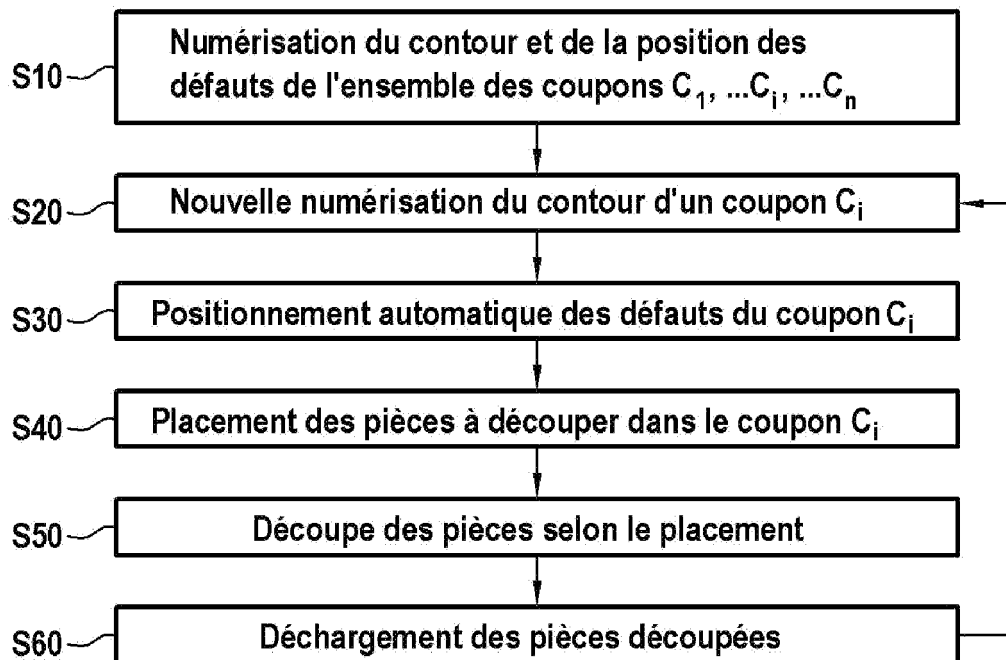
- [Revendication 3] Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel les transformations géométriques comprennent chacune une composante de rotation ($R_A - R_D$) et une composante de rapport d'homothétie ($H_A - H_D$).
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 3, dans lequel, dans un système de coordonnées polaires dont l'origine (O) est constituée par le barycentre respectif des deux contours, on construit un champ discret de secteurs angulaires ($\Delta_1, \dots \Delta_i, \dots \Delta_n$) recouvrant les deux contours et on associe à chaque secteur angulaire (Δ_i) des transformations géométriques dont les composantes de rotation (R_i) et de rapport d'homothétie (H_i) sont déterminées pour minimiser localement la superficie des zones des deux contours qui ne se recoupent pas.
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 4, dans lequel les composantes de rotation et de rapport d'homothétie de chaque transformation géométrique sont déterminées par dichotomie pour obtenir les valeurs de rotation et de rapport d'homothétie qui minimisent la superficie des zones non superposées des portions des deux contours concernées par la valeur d'angle associée à la transformation géométrique.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'étape (S36) d'application à chaque défaut pré-positionné de l'une des transformations géométriques s'applique à chacun des sommets (A, B, C, D) d'un polygone englobant le contour du défaut (Z).
- [Revendication 7] Procédé selon la revendication 6, dans lequel, pour chaque sommet (A, B, C, D) de chaque polygone englobant le contour d'un défaut, on identifie les deux angles (Δ_1, Δ_2) qui encadrent géométriquement ce sommet, et on applique aux coordonnées du sommet une combinaison des valeurs de rotation et de rapport d'homothétie des deux transformations géométriques associées aux deux valeurs d'angles correspondantes.
- [Revendication 8] Procédé de découpe de pièces dans des coupons de matière souple à caractéristiques non homogènes, comprenant :
- une étape (S10) de numérisation du contour des coupons (C_i) dans leur état initial et de la position des défauts (Z) de ceux-ci ;
 - pour chaque coupon (C_i), une nouvelle étape (S20) de numérisation du contour du coupon sur une table de numérisation et de coupe ;

- une étape (S30) de positionnement automatique des défauts du coupon selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 ;
- une étape (S40) de placement de pièces à découper dans le coupon ; et
- une étape (S50) de découpe des pièces.

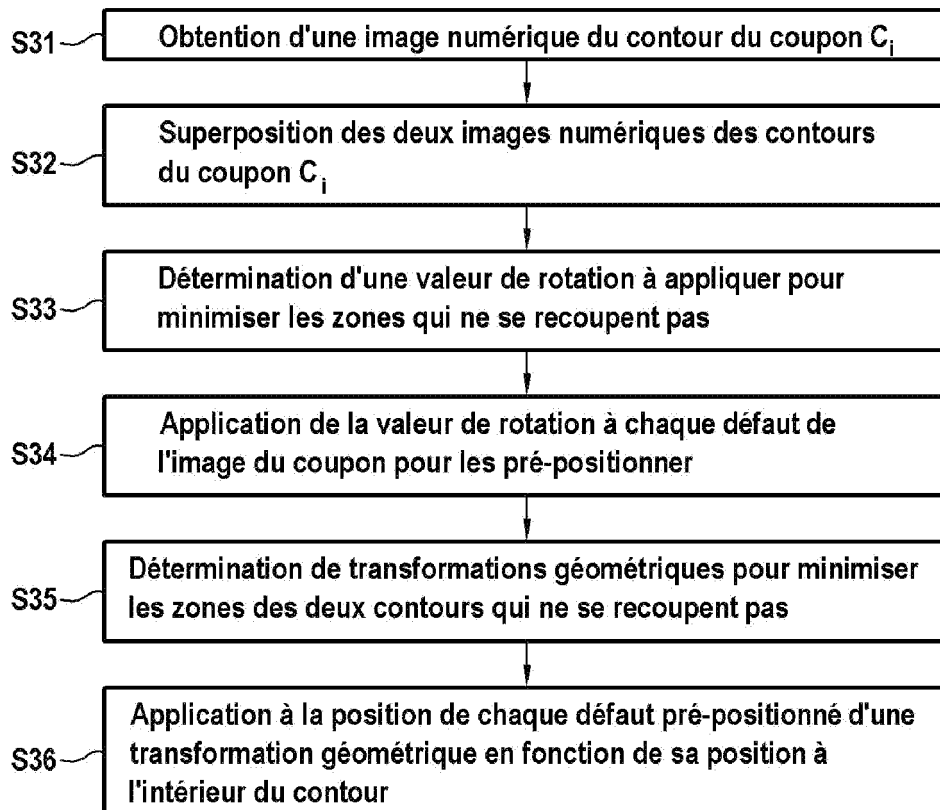
[Revendication 9] Programme d'ordinateur comportant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé de positionnement automatique de défauts d'un coupon de matière souple à caractéristiques non homogènes selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

[Revendication 10] Support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé de positionnement automatique de défauts d'un coupon de matière souple à caractéristiques non homogènes selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

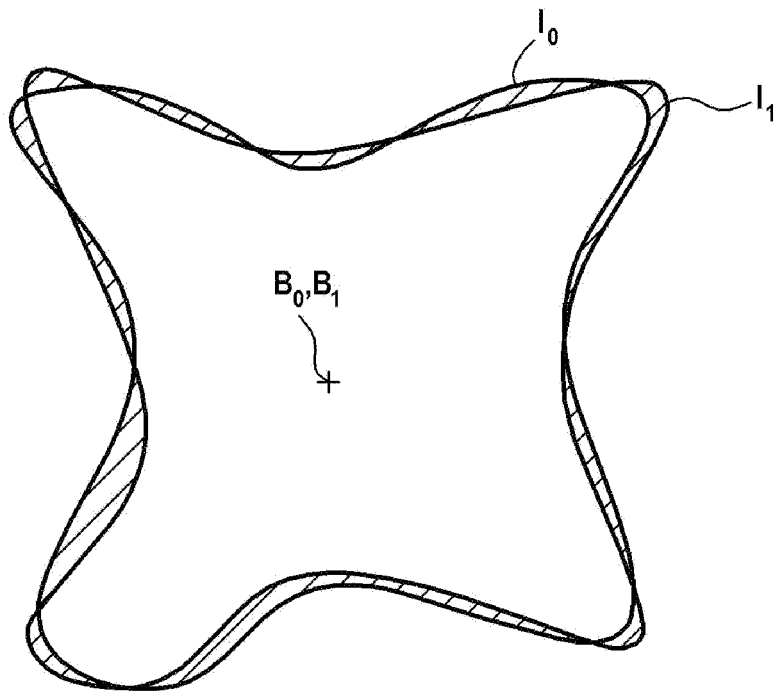
[Fig. 1]



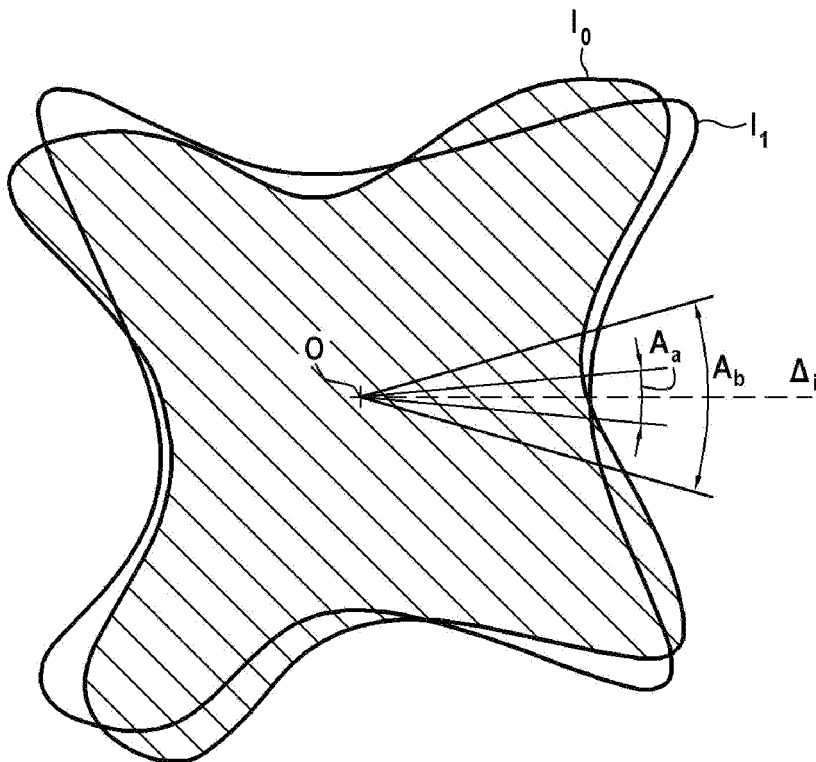
[Fig. 2]



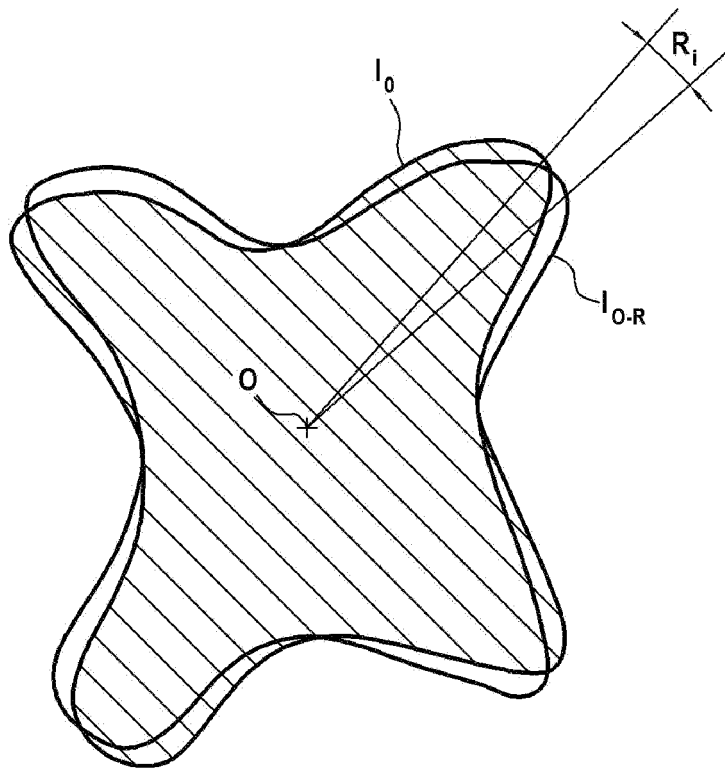
[Fig. 3]



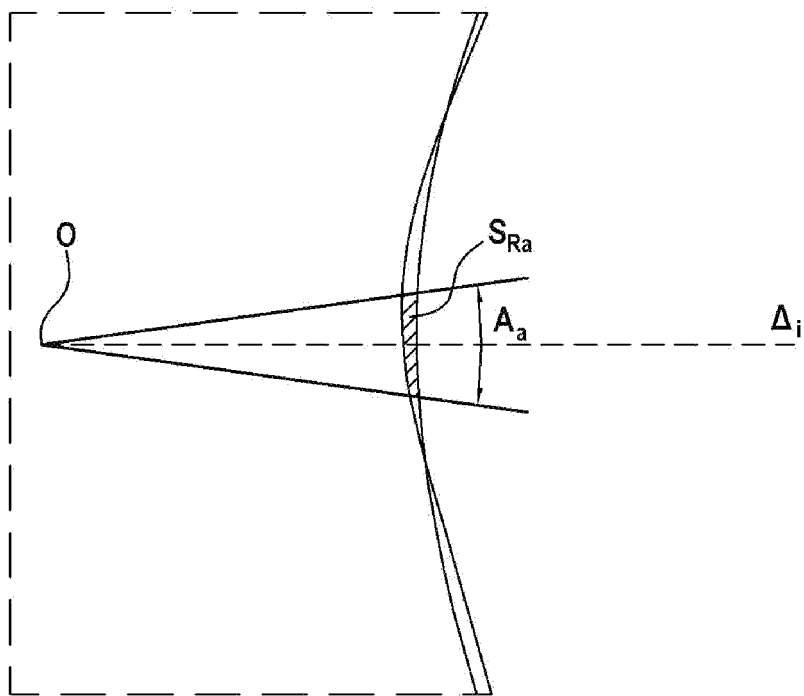
[Fig. 4]



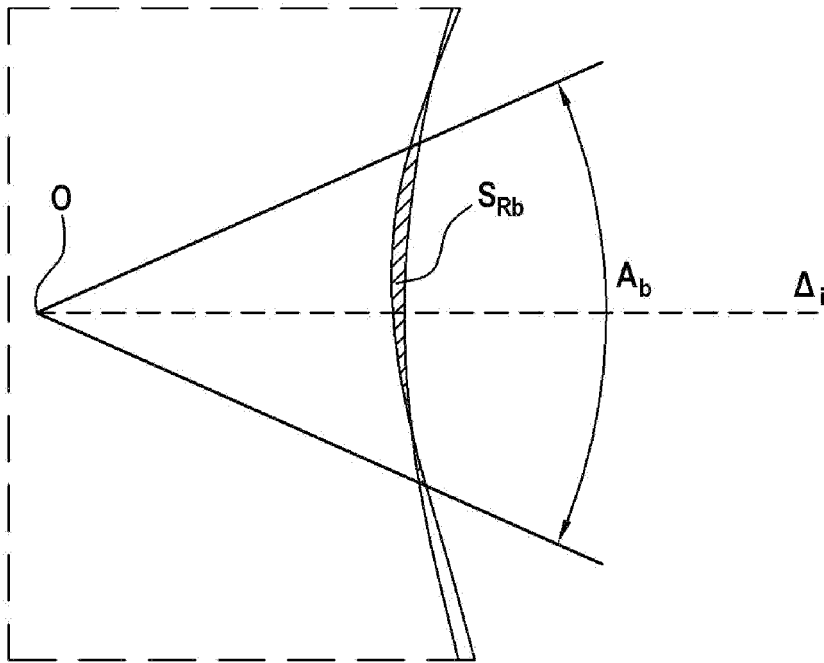
[Fig. 5]



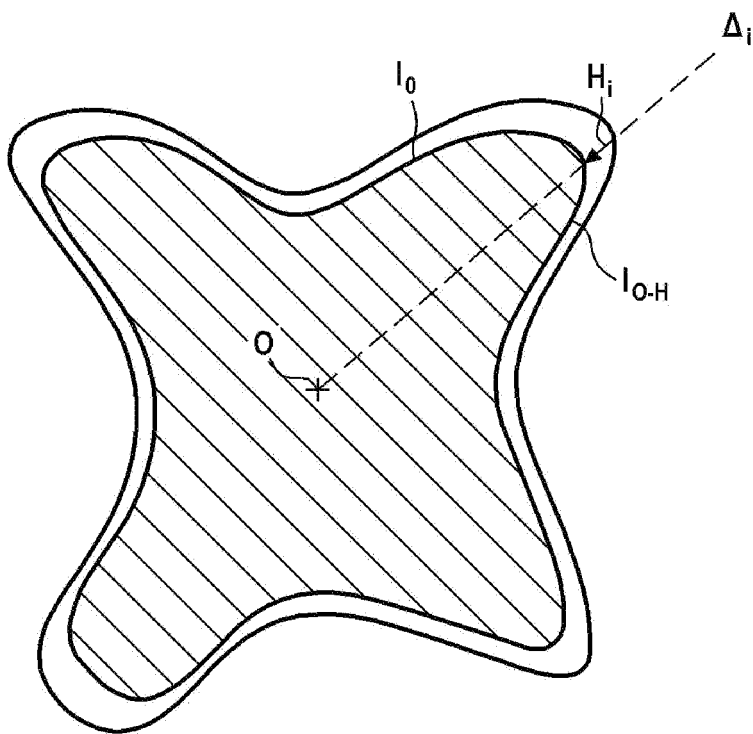
[Fig. 6]



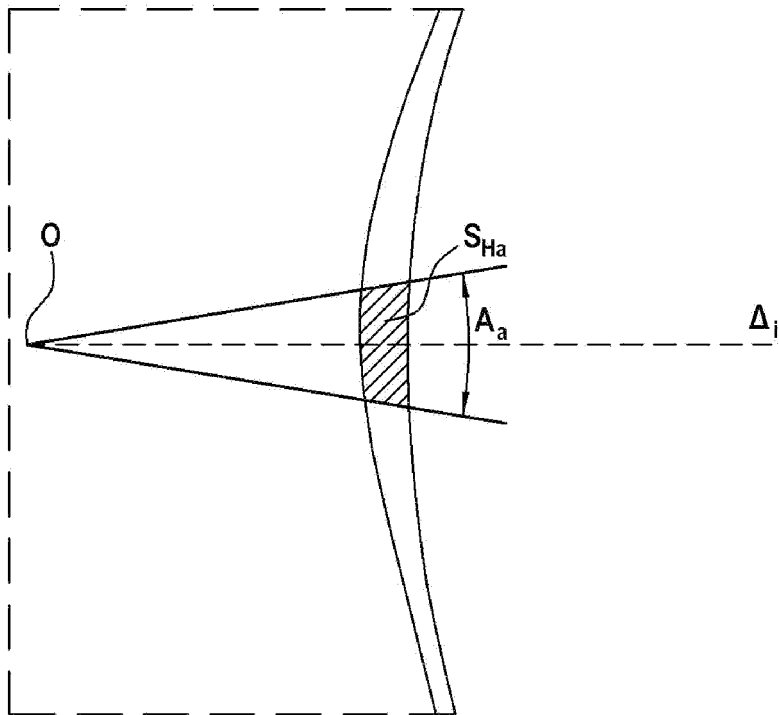
[Fig. 7]



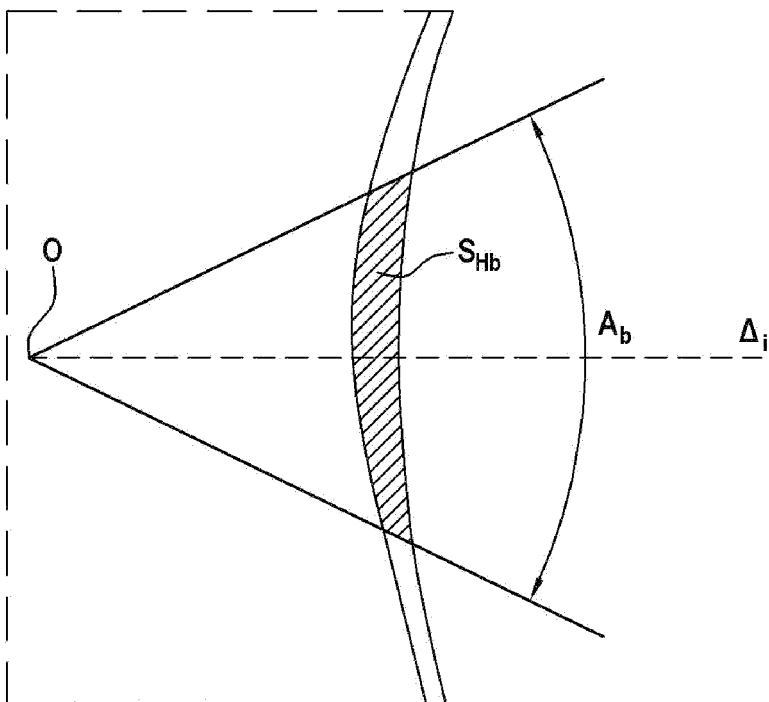
[Fig. 8]



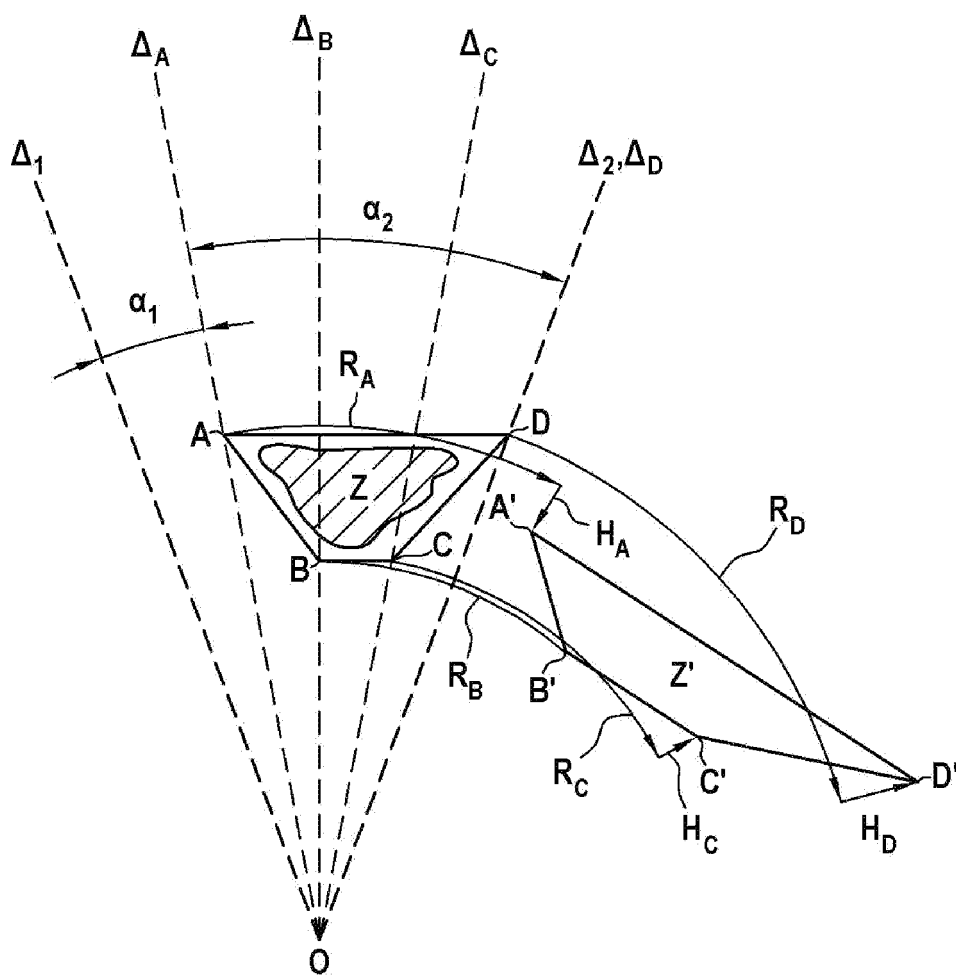
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

WO 2014/029940 A1 (LECTRA [FR])
27 février 2014 (2014-02-27)

FR 2 660 668 A1 (GERBER GARMENT TECHNOLOGY
INC [US]) 11 octobre 1991 (1991-10-11)

FR 2 596 032 A1 (GERBER GARMENT TECHNOLOGY
INC [US]) 25 septembre 1987 (1987-09-25)

FR 2 586 959 A1 (DAVID JACQUES [FR])
13 mars 1987 (1987-03-13)

FR 2 661 193 A1 (DUERKOPP SYSTEM TECHNIK
GMBH [DE]) 25 octobre 1991 (1991-10-25)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT