

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: **80401397.7**

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: **G 06 G 9/00**

(22) Date de dépôt: **02.10.80**

(30) Priorité: **05.11.79 FR 7927218**

(43) Date de publication de la demande:  
**13.05.81 Bulletin 81/19**

(84) Etats Contractants Désignés:  
**DE GB NL SE**

(71) Demandeur: **THOMSON-CSF**  
**173, Boulevard Haussmann**  
**F-75360 Paris Cedex 08(FR)**

(72) Inventeur: **Huignard, Jean-Pierre**  
**"THOMSON-CSF" SCPI 173, Bld Haussmann**  
**F-75360 Paris Cedex 08(FR)**

(72) Inventeur: **Herriau, Jean-Pierre**  
**"THOMSON-CSF" SCPI 173, Bld Haussmann**  
**F-75360 Paris Cedex 08(FR)**

(72) Inventeur: **Pichon, Laurence**  
**"THOMSON-CSF" SCPI 173, Bld Haussmann**  
**F-75360 Paris Cedex 08(FR)**

(74) Mandataire: **Wang, Pierre et al,**  
**"THOMSON-CSF" - SCPI 173, bld. Haussmann**  
**F-75360 Paris Cedex 08(FR)**

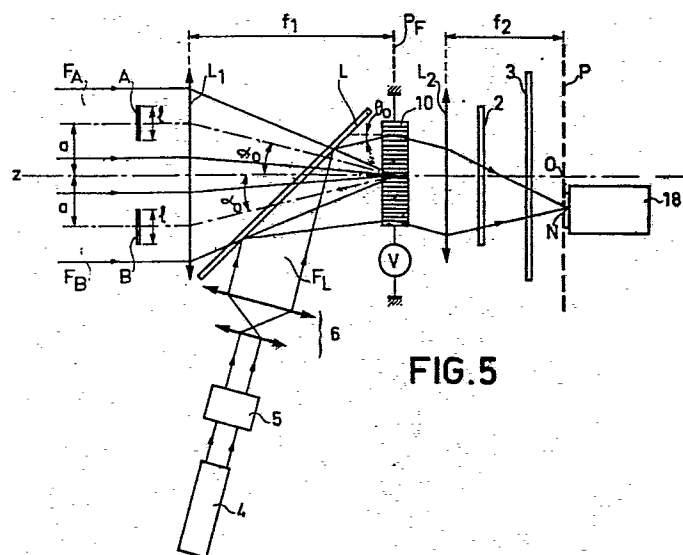
(54) **Système de corrélation optique en temps réel.**

(57) L'invention concerne un système de corrélation fournissant la fonction de corrélation de deux objets (A et B) éclairés en lumière cohérente, en utilisant le principe de la double diffraction.

Le système de corrélation selon l'invention se caractérise essentiellement en ce qu'il utilise comme milieu d'enregistrement une lame (10) de matériau recyclable, c'est à dire inscriptible et effaçable à volonté, tel que l'oxyde de bismuth-silicium. L'enregistrement réalisé dans la lame par la superposition des faisceaux d'éclairement des objets est lu par un faisceau (FL) subissant un balayage angulaire permettant d'optimiser le rendement de diffraction pour tous les pics de corrélation dans un plan d'observation.

Application à la reconnaissance de formes, à la poursuite de cibles.

./...



## SYSTEME DE CORRELATION OPTIQUE EN TEMPS REEL

L'invention se rapporte aux systèmes de corrélation optique permettant d'obtenir la fonction de corrélation d'une image par une autre. De tels systèmes permettent par exemple de reconnaître un graphisme prédéterminé dans un motif composite.

5 Une méthode de corrélation connue consiste à enregistrer sur un support photosensible un système de franges d'interférences représentant la figure de diffraction fournie par une lentille qui correspond à deux faisceaux lumineux sur le trajet desquels sont interposés respectivement deux objets à transparence non uniforme, généralement l'objet à analyser et un objet de  
10 référence. Ce support photosensible est lu par un faisceau de lecture et on obtient, dans le plan focal d'une seconde lentille une répartition d'intensité caractéristique dans certaines zones du produit de corrélation entre les deux objets. Dans le cas où l'objet de référence porte un motif que l'on cherche à retrouver dans l'objet à analyser, l'image obtenue est formée de pics  
15 indiquant la présence et la position du motif de référence dans l'objet à analyser. Cette méthode de corrélation a été éprouvée avec des supports de franges d'interférences de types photographiques et thermoplastiques.

De tels supports nécessitent un traitement, chimique ou thermique, entre les phases d'enregistrement et de lecture, ce qui implique un délai  
20 entre les deux opérations. De plus, ils ne sont généralement pas effaçables. Ils ne permettent donc pas un fonctionnement en temps réel.

L'invention a pour but d'utiliser la méthode de corrélation décrite ci-dessus dans des applications en temps réel telles que la lecture automatique, la poursuite de cibles, le guidage d'engins ... A cet effet, le système de  
25 corrélation selon l'invention comprend un support photosensible continu recyclable, c'est à dire inscriptible sans développement et effaçable à volonté. Des matériaux particulièrement adaptés sont des matériaux électro-optiques tels que l'oxyde de bismuth-silicium, dans lesquels des variations spatiales d'intensité lumineuses peuvent être converties en temps réel  
30 en variations spatiales d'indice de réfraction. L'enregistrement se faisant en

volume, et non en surface, les conditions optimales de lecture sont définies par la loi de Bragg qui impose une valeur distincte de l'angle de lecture pour chaque fréquence spatiale enregistrée. Sachant que les pics de corrélation sont liés aux fréquences spatiales enregistrées, l'invention prévoit un balayage angulaire du faisceau de lecture permettant d'explorer tout le spectre des fréquences spatiales enregistrées.

L'objet de la présente invention est un système de corrélation optique permettant d'obtenir la fonction de corrélation d'un premier objet par un deuxième, comprenant des moyens d'éclairement des objets par respectivement deux faisceaux cohérents, des premiers moyens de focalisation projetant dans un plan focal (PF) un éclairage représentatif de la somme algébrique des transformées de Fourier des amplitudes lumineuses transmises par les deux objets respectivement, un support photosensible enregistrant cet éclairage, d'autres moyens d'éclairement du support photosensible, des seconds moyens de focalisation projetant dans un plan focal (P) un éclairage représentatif de la transformée de Fourier de l'éclairage enregistré, et des moyens de détection des pics de corrélation situés dans une zone du plan focal (P) caractérisant la fonction de corrélation, caractérisé en ce que le support photosensible est constitué d'un matériau continument recyclable dans lequel l'enregistrement constitue un réseau tridimensionnel de franges et en ce que les autres moyens d'éclairement du support photosensible comprennent des moyens de balayage angulaire assurant un rendement de diffraction optimum successivement pour les différents points de la zone observée du plan (P).

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description ci-après, en référence aux figures annexées où :

- Les figures 1 et 3 représentent un système de corrélation de type connu ;
- Les figures 2 et 4 sont des figures explicatives du fonctionnement du système représenté sur les figures 1 et 3 ;
- La figure 5 représente un mode de réalisation de l'invention ;
- Les figures 6 et 7 représentent des variantes de réalisation de l'invention.

La figure 1 représente un système optique connu réalisant l'enregis-

trement de la somme algébrique des transformées de Fourier de deux  
 fonctions bidimensionnelles. Les deux fonctions représentent les transmit-  
 tances des deux objets A et B éclairés par des faisceaux parallèles  $F_A$  et  $F_B$   
 contigus ou non issus d'une même source cohérente. Les objets A et B sont  
 5 placés de part et d'autre de l'axe optique z d'une lentille  $L_1$  de distance  
 focale  $f_1$ , dans un même plan PO perpendiculaire à cet axe. Dans le plan  
 focal PF de la lentille  $L_1$ , on obtient une distribution d'amplitude propor-  
 tionnelle à la transformée de Fourier de la répartition d'amplitude dans le  
 plan objet. Un support photosensible 1 : photographique ou thermoplastique  
 10 étant placé dans le plan PF enregistre la superposition de systèmes de  
 franges d'intensité de pas différents, le pas moyen  $p_0$  étant égal à  $\frac{\lambda_1}{2 \sin \alpha_0}$   
 où  $\lambda_1$  est la longueur d'onde optique des faisceaux  $F_A$  et  $F_B$  et  $\alpha_0$  le demi-  
 angle entre les deux faisceaux qui interfèrent. La répartition d'intensité  
 résultante selon des axes x,y du plan PF est proportionnelle au carré du  
 15 module de la transformée de Fourier de la répartition d'amplitude dans le  
 plan objet PO. Les positions des objets A et B dans ce plan sont représentés  
 sur la figure 2.  $x_0, y_0$  étant les axes parallèles à x,y dans le plan PO, on  
 appellera centres des deux objets les points de coordonnées respectives (a, o)  
 et (-b, o), si bien que les transmittances des deux objets peuvent s'exprimer  
 20 sous la forme :  $A(x_0 - a, y_0)$  et  $B(x_0 + b, y_0)$ . Leurs transformées de Fourier  
 peuvent s'écrire respectivement :  $TA e^{2\pi jax}$ ,  $TB e^{-2\pi jbx}$ , si bien que la  
 répartition d'intensité dans le plan PF s'écrit :

$$i(u,v) = //TA^2// + //TB^2// + TA^* \cdot TB e^{\frac{-2\pi j(a+b)x}{\lambda_1 f_1}} + TA \cdot TB^* e^{\frac{2\pi j(a+b)x}{\lambda_1 f_1}}.$$

25 Une fois l'enregistrement sur le support photosensible réalisé, celui-ci  
 subit le traitement chimique ou thermique approprié puis est lu par le  
 système optique représenté sur la figure 3. La lecture s'effectue par un  
 faisceau  $F_L$  parallèle cohérent éclairant le support photosensible 1 sous  
 incidence normale. Les différents réseaux enregistrés diffractent le fais-  
 30 ceau  $F_L$  selon des angles  $\Theta$  qui dépendent des pas  $p$  :  $\sin \Theta = \frac{\lambda_2}{2p}$  où  $\lambda_2$  est la  
 longueur d'onde du faisceau  $F_L$ .

Une nouvelle transformation Fourier est effectuée par une deuxième  
 lentille  $L_2$  de distance focale  $f_2$ . On obtient donc dans son plan focal P par  
 rapport à des axes X,Y parallèles aux axes x,y une distribution d'intensité

$I(X,Y)$  égale à la somme de trois termes :

$$T_I = //A(kX,kY) \otimes A(kX,kY) + B(kX,kY) \otimes B(kX,kY)//^2$$

$$T_{II} = //A(k[X+a+b], kY) \otimes B(k[X+a+b], kY)//^2$$

$$T_{III} = //B(k[X-a-b], kY) \otimes A(k[X-a-b], kY)//^2.$$

- 5 Le signe  $\otimes$  exprime le produit de corrélation.  $k$  est le rapport de grandissement :  $k = \frac{f_2}{f_1} \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ . On obtient les produits de corrélation des deux fonctions  $A$  et  $B$ , centrés autour des points  $M : (k(a+b), 0)$  et  $N : (-k(a+b), 0)$ .

On a représenté sur la figure 4 les limites des images dans le plan  $P$  des trois termes de l'expression ci-dessus :  $I$ ,  $II$ ,  $III$  dans le cas où, dans le plan  $PO$ , les deux objets sont des carrés de côté  $l$ . En fonction de la corrélation entre les deux objets, apparaissent dans le plan  $P$ , qui est celui de la figure, des pics d'intensité lumineuse dont la position est comprise dans les cadres représentés, de côté  $2Kl$  et est caractéristique de la présence d'un même signal dans les deux objets. A titre d'exemple, un même motif en forme de croix, représenté dans le plan  $PO$  sur la figure 2, occupe dans les deux objets les positions respectives  $(x_A, y_A)$  et  $(-x_B, -y_B)$ . A la présence de ce signal correspond dans le plan image  $P$  deux pics d'intensité  $P_{II}$  et  $P_{III}$  symétriques par rapport à l'axe  $Y$  de coordonnées dans les axes  $X, Y : \pm k(x_A + x_B), k(y_A + y_B)$ . En raison de la présence du terme  $T_I$ , dont l'image  $I$  est centrée sur l'intersection  $O$  des axes  $X, Y$ , il est préférable, pour éviter toute superposition des trois termes, que la distance des centres des objets :  $a+b$  soit supérieure à leur largeur  $l$ . Bien entendu, tout ce qui a été dit pour la direction  $x$  serait valable également pour la direction  $y$ , dans le cas général où les centres des objets  $A$  et  $B$  ne sont pas situés sur l'axe  $x$ . Dans la description de l'invention qui suit, on considérera pour simplifier que  $a=b$  et que les objets  $A$  et  $B$  sont centrés sur l'axe  $x$ .

La figure 5 représente un mode de réalisation de l'invention. Une partie des éléments du dispositif de corrélation sont communs avec ceux des figures 1 et 3 et portent les mêmes références. Les franges d'interférences résultant de la superposition des faisceaux  $F_A$  et  $F_B$  qui éclairent les objets  $A$  et  $B$ , après la focalisation opérée par la lentille  $L_1$  sont enregistrées dans une lame photosensible 10 centrée sur le plan focal image  $PF$  de la lentille  $L_1$  et constituée d'un matériau électro-optique polarisé par un champ

électrique obtenu au moyen d'une source de tension  $V$ . Son orientation est telle que le champ électrique produit un effet électro-optique transverse. Les variations spatiales d'intensité lumineuse existant dans le plan PF se traduisent instantanément dans la lame par des variations spatiales d'indice

5 de réfraction, les plans d'interférence étant quasi perpendiculaires à la direction du champ électrique appliqué. La modulation d'indice disparaît dès que sa cause, c'est à dire la présence des objets A et B sur le trajet des faisceaux disparaît. On obtient donc une inscription en temps réel, effaçable à volonté. Pour obtenir toute l'information avec un maximum de résolution,

10 il est nécessaire que l'épaisseur du cristal soit égale ou supérieure à la largeur de la zone de diffraction correspondant à l'intersection des ellipsoïdes de diffraction des deux faisceaux  $F_A$  et  $F_B$  dont les dimensions dépendent de l'ouverture numérique de la lentille  $L_1$ . On peut définir une épaisseur utile, qui est de toute façon nettement supérieure à la longueur

15 d'onde des deux faisceaux si bien que l'enregistrement dans la lame peut être considéré comme tridimensionnel. Il s'agit d'une superposition de réseaux de surfaces. Lorsque la largeur de la lame 10 dans la direction perpendiculaire au plan de la figure n'est pas trop grande, (typiquement du même ordre de grandeur que l'épaisseur), ces surfaces peuvent être assimilées à des plans

20 perpendiculaires au plan de la figure et dont le pas  $p$  et l'inclinaison  $\varphi$  par rapport à l'axe  $z$  dépendent de l'angle des rayons qui interfèrent, de la longueur d'onde  $\lambda_1$  et de l'indice de réfraction  $n$  de la lame 10.

Les matériaux utilisables pour constituer la lames 10 doivent être à la fois photosensibles et électro-optiques. L'oxyde de bismuth-silicium ( $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ ) et l'oxyde de bismuth-germanium ( $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ ) conviennent particulièrement à l'invention car ils sont très sensibles, dans la gamme des longueurs d'onde couramment utilisées (spectre visible et infra-rouge) et on sait obtenir des monocristaux de dimensions suffisantes (plusieurs cm) et ayant de bonnes qualités optiques. D'autres matériaux pourraient convenir

30 également mais n'ont pas généralement d'aussi bonnes qualités optiques : le niobate de potassium ( $\text{KNbO}_3$ ), le KTN, le SBN.

Lors de la lecture, pour obtenir un rendement optimum dans l'un des ordres de diffraction, il convient de respecter la condition de Bragg qui définit, pour chaque système d'interférence, l'angle entre le faisceau paral-

lèle de lecture et les plans de diffraction. Cette condition ne pouvant pas être réalisée simultanément pour tous les systèmes qui se superposent, l'invention prévoit un balayage angulaire du faisceau de lecture  $F_L$ . Celui-ci est fourni par un laser 4 de faible puissance et de longueur d'onde  $\lambda_2$  choisie en dehors de la gamme des longueurs d'onde auxquelles est sensible le matériau constituant la lame 10. Le faisceau  $F_L$  est défléchi par un déflecteur 5 classique acousto-optique ou mécanique réalisant le balayage angulaire d'une façon qui sera détaillé plus loin. Le faisceau  $F_L$  est représenté sur la figure dans sa position moyenne, correspondant à un réseau de plans parallèles à  $z$  ( $\varphi = 0$ ) de pas  $p_0 = \frac{\lambda_1}{3 \sin \alpha_0}$ . Il traverse ensuite un élargisseur de faisceau 6 et est renvoyé par une lame semi-transparente L en direction de la lame 10. L'élargissement apporté par l'élargisseur 6 permet d'éclairer toute la zone enregistrée de la lame 10. La lame semi-transparente L s'interpose sur le trajet des faisceaux  $F_A$  et  $F_B$  et doit être conçue de façon à laisser passer ces faisceaux. Elle introduit inévitablement un déphasage, qui n'est pas gênant car identique pour les deux faisceaux. L'orientation par rapport à la lame 10 du faisceau de lecture, parallèle, est variable en fonction du temps et commandée par le déflecteur 5. Après diffraction par la deuxième lentille  $L_2$  et traversée d'un filtre 2 et d'un polariseur 3, on obtient dans le plan focal P de la lentille  $L_2$  des pics de corrélation analogues à ceux obtenus par exemple avec une plaque photographique. Toutefois, à chaque instant, pour une orientation donnée, seuls sont obtenus avec un rendement maximum les points situés sur une droite perpendiculaire au plan de la figure et auxquels on peut associer une inclinaison  $\varphi$  et un pas  $p$  de réseau de plans dans la lame 10 pour lequel l'incidence  $\Theta$  du faisceau par rapport aux plans est l'incidence de Bragg : défini par  $\sin \Theta = \frac{\lambda_2}{2p}$ . Sont également obtenus avec un rendement réduit les points voisins pour lesquels l'incidence est comprise dans une gamme  $\delta\varphi = \frac{n\pi}{d}$  où  $n$  est l'indice de réfraction de la lame 10 et  $d$  l'épaisseur de la zone utile de diffraction dans la lame 10. Pour examiner la totalité de la zone III (ou II) centrée autour du point N (ou M), il faut balayer toute la plage angulaire correspondante. Tous les pics de corrélation apparaissent ainsi séquentiellement.

La détection des pics de corrélation s'effectue par des moyens 18 tels



que, par exemple : mosaïque de détecteurs ou tube vidicon relié à un système de télévision. Dans ce dernier cas, la vitesse de balayage du faisceau de lecture est avantageusement égale à la vitesse de balayage de télévision.

- 5 A titre d'exemple non limitatif, le dispositif a été réalisé avec une lame monocristalline d'oxyde de bismuth-silicium de longueur 2 mm et d'épaisseur 1 mm polarisée par une tension  $V_0$  de l'ordre de 2000 V, ce qui fournit un champ électrique de l'ordre de  $10 \text{ kV/cm}^1$ , la longueur d'onde des faisceaux d'éclairement  $\lambda$ , était de  $0,5 \text{ } \mu\text{m}$ , ce qui correspond à une bonne
- 10 sensibilité du cristal. Le faisceau de lecture  $F_L$  provenait d'un laser Hélium-Néon de quelques mW de puissance et de longueur d'onde  $\lambda_2 = 0,6 \text{ } \mu\text{m}$ .

La distance focale de la lentille  $L_1$  était : 30 cm et celle de la lentille  $L_2$  : 10 cm. Le grandissement  $k$  était donc égal à 0,4.

- Les objets étaient des diapositives de dimensions 2 cm x 2 cm. L'étendue de chaque zone II et III était ainsi  $0,8 \times 0,8 \text{ cm}$ , observable avec un tube vidicon dont le diamètre est typiquement 1,5 cm. Au lieu d'utiliser un laser HeNe, on peut aussi utiliser un laser semi-conducteur de longueur d'onde  $0,8 \text{ } \mu\text{m}$ .
- 15

- Le système représenté sur la figure 5 admet de nombreuses variantes, notamment quant aux moyens fournissant les faisceaux  $F_A$ ,  $F_B$ ,  $F_L$ , aux moyens de détection des pics de corrélation obtenus dans le plan P et à l'emplacement respectif des différents éléments optiques. La figure 6
- 20 représente une variante de réalisation concernant les moyens fournissant les faisceaux  $F_A$  et  $F_B$ . Elle permet d'éviter l'utilisation d'une lentille  $L_1$  de grande ouverture. En effet, selon le mode de réalisation précédent, la largeur des objets étant typiquement 2 ou 3 cm et la distance entre leurs centres au moins égale à cette valeur, le diamètre nécessaire de la lentille  $L_1$  atteint près de 10 cm. Selon la variante proposée, la lentille  $L_1$  est remplacée par deux lentilles  $L_A$  et  $L_B$ , plus petites puisque leurs dimensions
- 25 correspondent à celles des objets A et B, et dont les axes optiques sont confondus respectivement avec les axes des faisceaux  $F_A$  et  $F_B$  qui ne sont plus parallèles mais forment chacun par rapport à l'axe z un angle  $\pm \alpha_0$ , qui reste inchangé après les lentilles. Les faisceaux  $F_A$  et  $F_B$  proviennent d'un
- 30 faisceau unique F délivré par un laser 7, à argon par exemple, après

élargissement par un élargisseur 13 et séparation et renvoi par des miroirs 14, 15, 16, 17. Les objets A et B sont centrés par rapport aux axes respectifs des deux faisceaux. Le système de corrélation est représenté dans le cas de son application à la poursuite de cibles : L'objet A est l'objet de référence. Il est par exemple constitué par une diapositive représentant un paysage fixe. L'objet B porte un motif variable. Il est constitué d'un modulateur électro-optique commandé par un signal S issu, par exemple, d'une caméra de télévision visant l'objet à poursuivre. Le système de corrélation permet la détection de la coïncidence entre le paysage visé et le paysage fixe.

10 Pour obtenir une meilleure linéarité dans la réponse du cristal électro-optique, il peut être intéressant de créer un niveau constant de modulation grâce à un faisceau lumineux de référence analogue à celui présent dans un système holographique classique. L'éclairement du à ce faisceau de référence crée une première variation d'indice non modulée spatialement, à laquelle s'ajoutent les variations dues aux systèmes d'interférences dus aux faisceaux d'éclairement des objets A et B. Des systèmes d'interférences supplémentaires se forment mais on peut faire en sorte, en choisissant convenablement l'inclinaison du faisceau de référence, que les rayons réfléchis qui en résultent se trouvent nettement en dehors des zones  
15 examinées, centrées autour de I et J. Un exemple de réalisation de système dans lequel est créé un niveau constant de modulation d'indice est représenté sur la figure 7. Le faisceau de référence  $F_R$  provient de la même source 7 que les faisceaux  $F_A$  et  $F_B$ . Une lame semi-réfléchissante 8 et un miroir 9 permettent de séparer le faisceau  $F_R$ . Les faisceaux  $F_A$   $F_B$  d'une part et  $F_R$  d'autre part sont élargis au moyens d'élargisseurs 11 et 12. Le reste du système est semblable à celui de la figure 5 ou d'une des variantes de celui-ci.  
20  
25

REVENDEICATIONS

1. Système de corrélation optique permettant d'obtenir la fonction de corrélation d'un premier objet par un deuxième, comprenant des moyens d'éclairement des objets par respectivement deux faisceaux cohérents, des premiers moyens de focalisation projetant dans un premier plan focal (PF)  
5 un éclairement représentatif de la somme algébrique des transformées de Fourier des amplitudes lumineuses transmises par les deux objets respectivement, un support photosensible, situé dans le premier plan focal (PF), enregistrant en temps réel cet éclairement, et constitué d'un matériau continûment recyclable dans lequel l'enregistrement constitue un réseau  
10 tridimensionnel de franges, d'autres moyens d'éclairement du support photosensible, des seconds moyens de focalisation projetant dans un second plan focal (P) un éclairement représentatif de la transformée de Fourier de l'éclairement enregistré, et des moyens de détection des pics de corrélation situés dans une zone du second plan focal (P) et caractérisant la fonction de  
15 corrélation, caractérisé en ce que les autres moyens d'éclairement du support photosensible comprennent des moyens de balayage angulaire assurant un rendement de diffraction optimum successivement pour les différents points de la zone observée du second plan focal (P).

2. Système de corrélation optique selon la revendication 1, caractérisé  
20 en ce que les moyens d'éclairement des objets comprennent un laser et des moyens optiques fournissant deux faisceaux parallèles à l'axe des lentilles de part et d'autre de cet axe, les objets étant respectivement centrés sur les axes des deux faisceaux.

3. Système de corrélation optique selon la revendication 1, caractérisé  
25 en ce que les moyens d'éclairement des objets comprennent un laser et des moyens de séparation du faisceau laser fournissant deux faisceaux parallèles dont les axes forment entre eux un angle prédéterminé et se coupent au voisinage du centre du support photosensible, les premiers moyens de focalisation étant constitués de deux lentilles sphériques dont les axes  
30 coïncident respectivement avec les axes des deux faisceaux et dont les foyers coïncident avec le point de rencontre de ces axes, les objets étant respectivement centrés sur les axes des deux faisceaux.

4. Système de corrélation optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les autres moyens d'éclairement du support photosensible comprennent un laser.

5 5. Système de corrélation optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le support photosensible est une lame monocristalline d'oxyde de bismuth-silicium.

6. Système de corrélation optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le support photosensible est une lame monocristalline d'oxyde de bismuth-germanium.

10 7. Système de corrélation optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le support photosensible est polarisé par un champ électrique obtenu au moyen d'une source de tension.

15 8. Système de corrélation selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des troisièmes moyens d'éclairement du support photosensible permettant de créer dans ce support photosensible un niveau constant de modulation, superposé au réseau tridimensionnel de franges correspondant à l'enregistrement de l'éclairement représentatif de la somme algébrique des transformées de Fourier des amplitudes lumineuses transmises par les deux objets.



FIG. 2

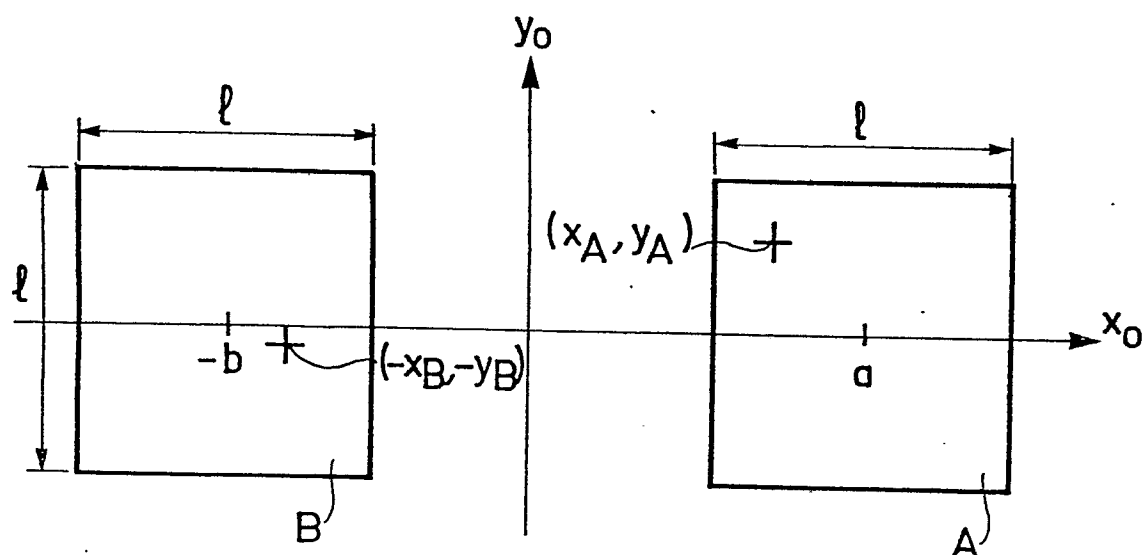
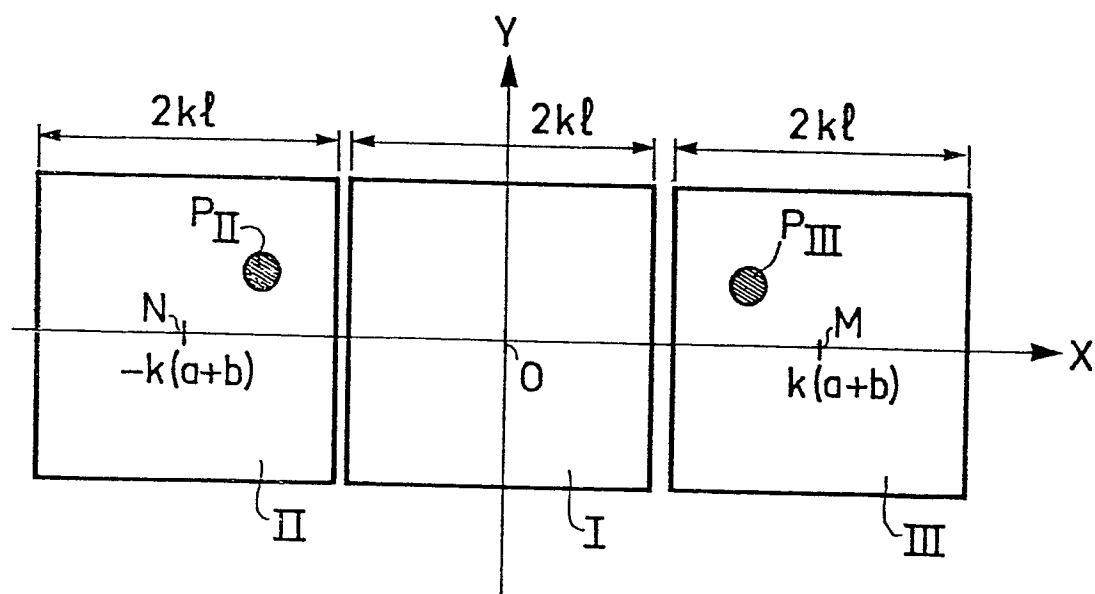


FIG. 4



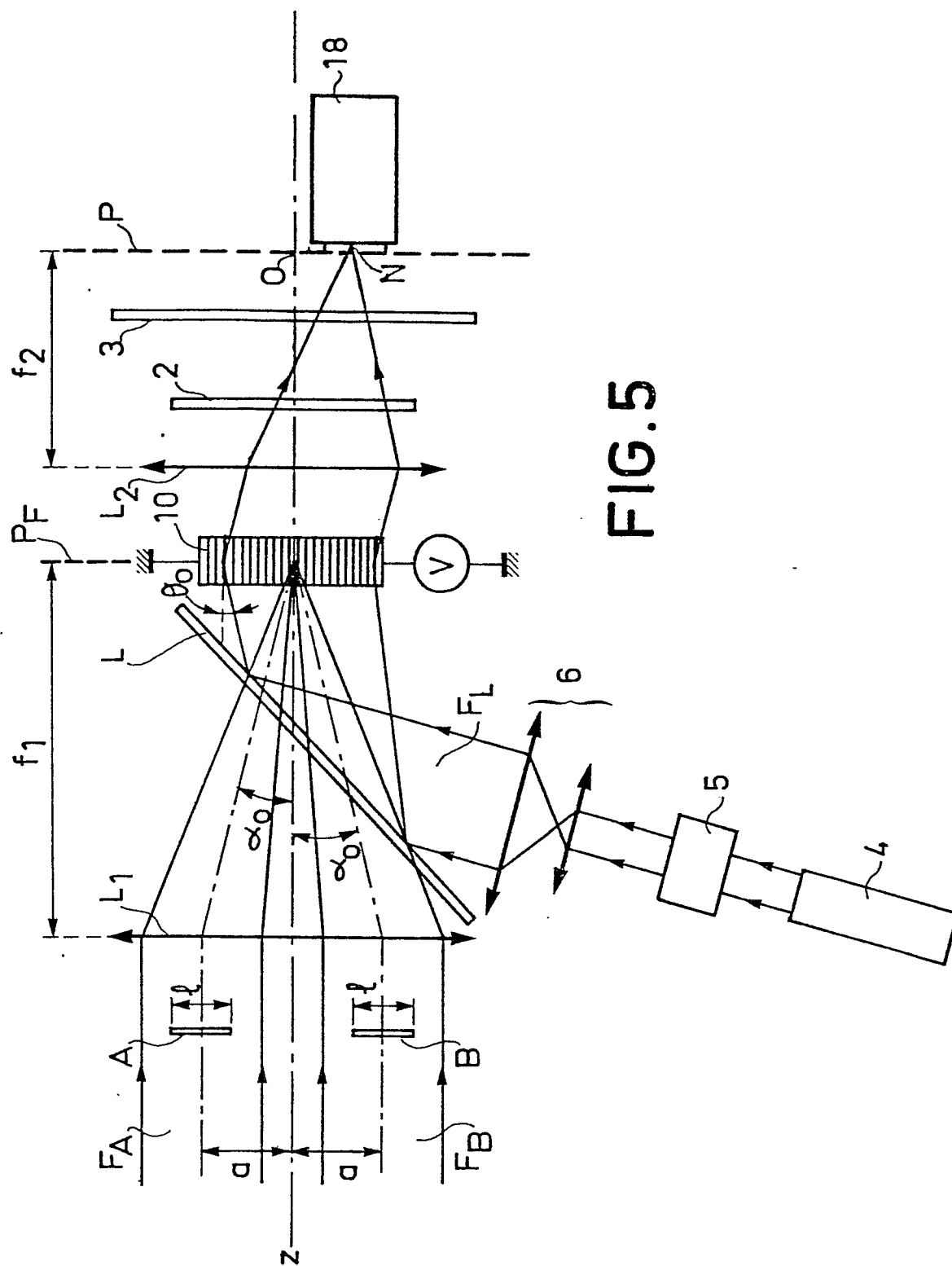
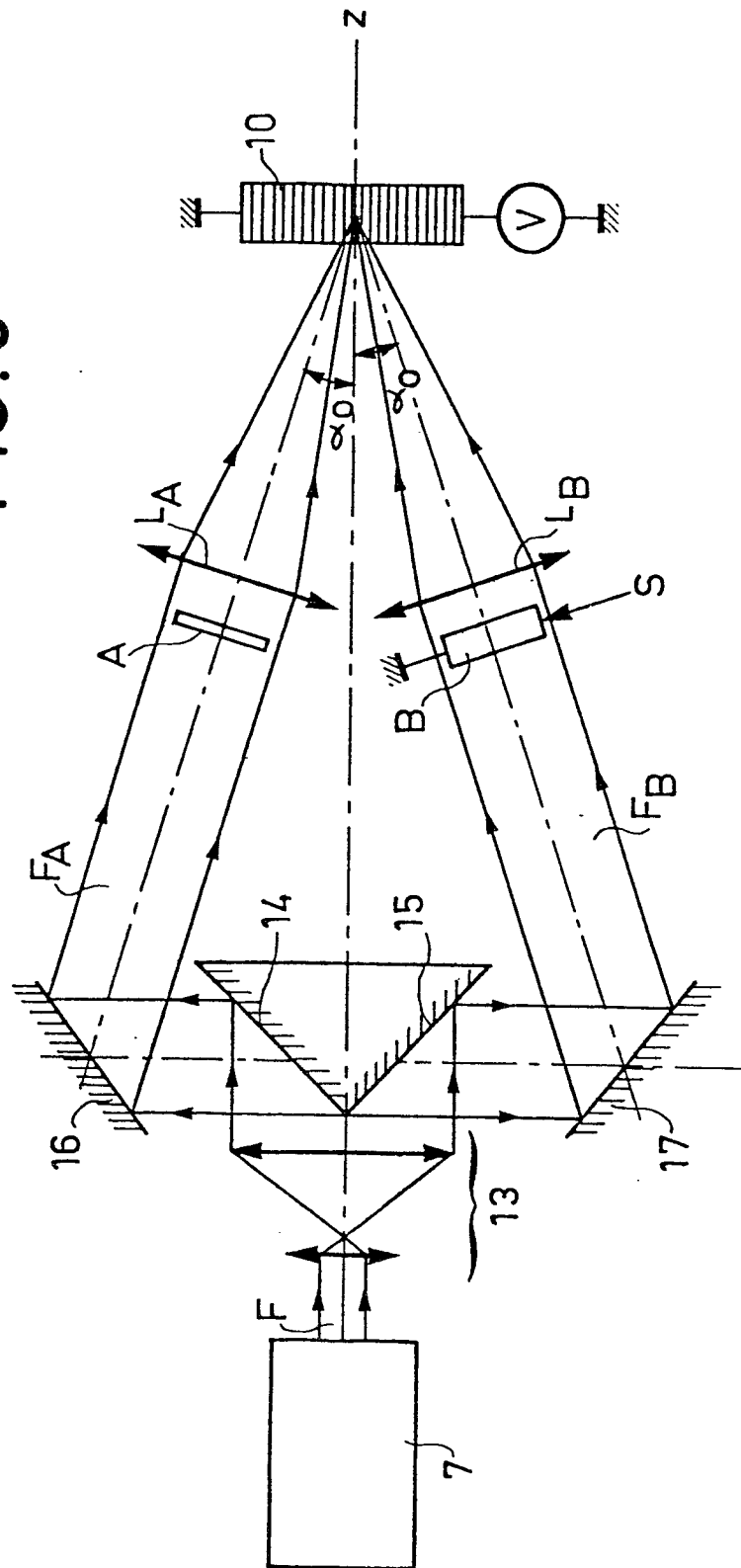


FIG. 6





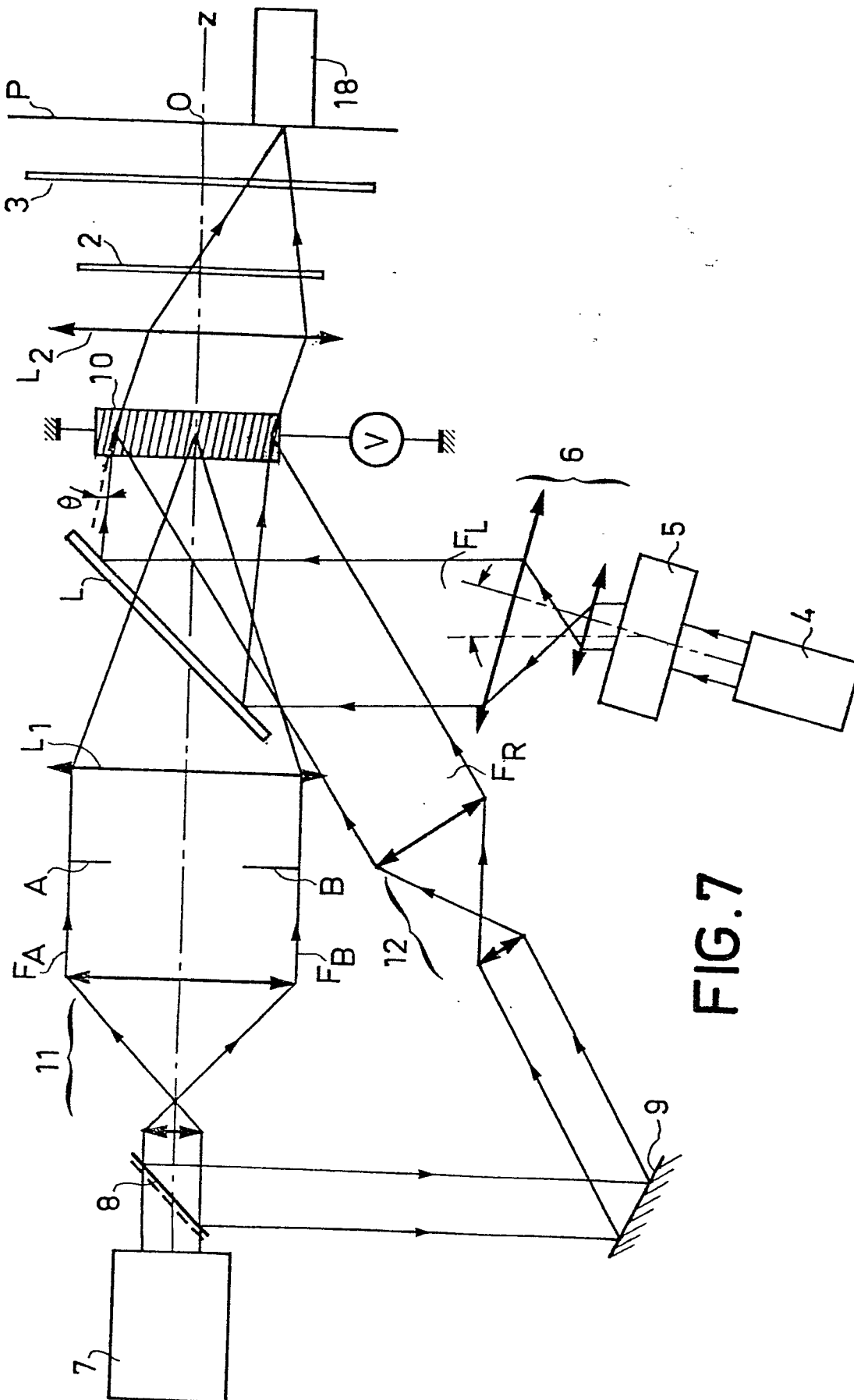


FIG. 7



| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                               | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                            | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Revendication concernée                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                      | <p>APPLIED OPTICS, vol. 14, no. 11, novembre 1975<br/>New York US<br/>NISENSEN et SPRAGLIE: "Real-time optical correlation", pages 2602-2606</p> <p>* Figure 1; page 2602, colonne de droite, ligne 24 - page 2603, colonne de droite, ligne 15 *</p> <p>--</p> <p>OPTICS LETTERS, vol. 4, no. 4, avril 1979<br/>New York US<br/>LEE et al.: "Dual-axis joint-Fourier-transform correlator", pages 121-123</p> <p>* Figures 1,2; document en entier *</p> <p>--</p> <p>APPLIED OPTICS, vol. 9, juillet 1970<br/>New York US<br/>WEAVER et al.: "The Optical Convolution of Time Functions", pages 1672-1688</p> <p>* Figure 2, page 1673, colonne de droite, ligne 3 - page 1674, colonne de gauche, ligne 2 *</p> <p>--</p> <p>FR - A - 2 362 466 (THOMSON-CSF)</p> <p>* Figure 1; page 1, ligne 9 - page 5, ligne 24 *</p> <p>----</p> | <p>1,4</p> <p>1,3,4</p> <p>1</p> <p>1,5-7</p> | <p>G 06 G 9/00</p> <p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)</p> <p>G 06 G 9/00<br/>G 11 C 13/04</p> <p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X: particulièrement pertinent<br/>A: arrière-plan technologique<br/>O: divulgation non-écrite<br/>P: document intercalaire<br/>T: théorie ou principe à la base de l'invention<br/>E: demande faisant interférence<br/>D: document cité dans la demande<br/>L: document cité pour d'autres raisons</p> <p>&amp;: membre de la même famille, document correspondant</p> |
| <p>X Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Lieu de la recherche                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Date d'achèvement de la recherche             | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| La Haye                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 04-02-1981                                    | FEUER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |