(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 537 295**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **82 20392**

(51) Int Cl³ : G 03 B 37/06, 19/00, 33/12; H 04 B 9/00.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 6 décembre 1982.

(30) Priorité

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 23 du 8 juin 1984.

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

(71) Demandeur(s) : *TELECOMMUNICATIONS RADIOELECTRIQUES ET TELEPHONIQUES TRT, Société anonyme.* — FR.

(72) Inventeur(s) : Fernand René Loy.

(73) Titulaire(s) :

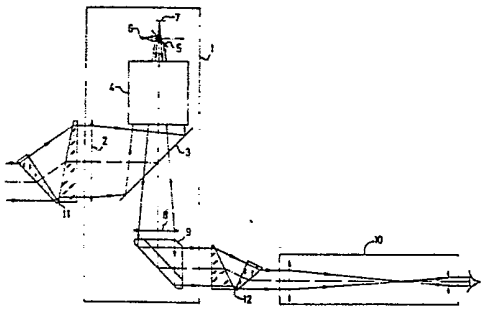
(74) Mandataire(s) : Henri Gaudel.

(54) Anamorphoseur infra-rouge associé à une caméra de thermographie.

(57) Anamorphoseur infra-rouge associé à une caméra de thermographie 1 pour laquelle la visualisation est obtenue par exemple au moyen au moyen de diodes électroluminescentes 7. Les objectifs infra-rouge 2 et visible 8 ont la même distance focale. Des lames dichroïques 3 et 5 réfléchissant l'infra-rouge et transmettant le visible sont disposées de part et d'autre de l'analyseur optico-mécanique 4 qui est traversé à l'analyse et à la visualisation respectivement par les faisceaux infra-rouge et visible.

Conformément à l'invention, un anamorphoseur infra-rouge à prismes 11 est disposé devant l'objectif 2. L'anamorphose effectuée à l'analyse est corrigée à la visualisation par une anamorphose opposée obtenue au moyen d'un autre anamorphoseur à prismes 12 fonctionnant dans le visible et disposé entre la sortie de la caméra 1 et l'entrée d'une lunette de visée 10 dont l'axe est parallèle à l'axe de l'objectif infra-rouge 2.

Application : dispositifs de visée infra-rouge.



FR 2 537 295 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

ANAMORPHOSEUR INFRA-ROUGE ASSOCIE A UNE CAMERA DE THERMOGRAPHIE.

La présente invention concerne un dispositif de modification par anamorphose de l'étendue du champ de vision d'une caméra de thermographie comportant pour l'analyse et la visualisation de la scène :

- un objectif transmettant l'infra-rouge dit par la suite objectif d'analyse,
- un analyseur optico-mécanique opérant les balayages du champ de vision selon des faisceaux issus des différentes sources dudit champ et qui convergent sur un détecteur sensible au rayonnement infra-rouge contenu dans lesdits faisceaux,
- un système d'éléments optiques assurant ladite visualisation.

Les dispositifs anamorphoseurs ont été conçus pour réaliser des rapports particuliers compression/élargissement en relation avec l'objectif d'un quelconque appareil de reproduction ou de prise de vue.

Les anamorphoseurs à lentilles et à prismes sont utilisés par exemple dans les appareils de reproduction à une échelle voisine de 1 pour changement de format résultant des grandes différences notamment dans le rapport hauteur/largeur de la surface imprimée des journaux et publications.

Les anamorphoseurs à prismes utilisés dans les appareils de prise de vue et de projection cinématographique fonctionnent dans toute l'étendue du spectre visible et doivent donc être constitués d'éléments achromatisés. Chaque élément se compose de deux prismes collés réalisés dans des matériaux différents et l'anamorphoseur complet comportant au moins quatre prismes très épais est lourd et encombrant.

En particulier, les caméras de thermographie utilisées principalement pour la reconnaissance et l'identification de cibles nécessitent un champ étendu pour la reconnaissance

desdites cibles alors qu'un champ plus réduit convient mieux à l'identification et au tir. Ces caméras sont habituellement équipées d'objectifs à plusieurs distances focales dans lesquels le changement de focale s'obtient par des commutations de lentilles.

Il existe des caméras légères simplifiées qui n'ont qu'un seul champ pour la reconnaissance et l'identification. L'étendue de ce champ est alors un compromis. Il est par exemple de 3° x 6° alors que les caméras à deux champs ont des champs de l'ordre de 2° x 3° et 6° x 9°.

Le but de l'invention est de fournir un dispositif anamorphoseur simple et peu volumineux qui lorsqu'il est adapté sur une caméra de thermographie existante, permet de modifier l'étendue du champ dans une seule direction.

Par exemple, un dispositif anamorphoseur de rapport $\frac{1}{2}$ ou $\frac{2}{1}$ selon le sens de l'utilisation adopté sur une caméra de 3° x 6° permet d'obtenir les champs suivants :

3° x 3° ou 1,5° x 6° avec le rapport d'anamorphose $\frac{1}{2}$

6° x 6° ou 3° x 12° avec le rapport d'anamorphose $\frac{2}{1}$.

Conformément à l'invention, la modification de l'étendue dudit champ de vision est effectuée dans une seule direction au moyen d'un dispositif anamorphoseur placé en avant de l'objectif d'analyse et constitué d'un premier prisme et d'un deuxième prisme fabriqués dans le même matériau transparent à l'infra-rouge, ayant les angles au sommet égaux et les arêtes desdits angles au sommet parallèles entre elles, lesdits premier et deuxième prismes étant montés de façon à ce que leurs déviations s'annulent et la face de sortie dudit deuxième prisme étant normale à l'axe optique de l'objectif d'analyse, ladite anamorphose effectuée à l'analyse étant corrigée à la visualisation par une anamorphose opposée.

La description suivante en regard des dessins annexés, le tout donné à titre d'exemple fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée.

La figure 1 donne les éléments de calcul du rapport d'anamorphose d'un seul prisme.

La figure 2 représente un dispositif anamorphoseur sans déviation constitué de deux prismes.

La figure 3 montre un exemple d'anamorphoseurs infra-rouge et visible selon le dispositif de la figure 2, associé conformément à l'invention à une caméra de thermographie.

Sur la figure 1 dont le plan constitue le plan principal d'un prisme P réalisé dans un matériau d'indice n et ayant un angle au sommet A, le faisceau φ_1 de largeur ℓ tombe normalement sur une face du prisme, atteint l'autre face sous un angle d'incidence i égal à l'angle au sommet A et ressort avec l'angle de réfraction r suivant le faisceau φ_2 de largeur ℓ''. La section des deux faisceaux par le plan de la figure délimite sur la face de sortie du prisme une distance ℓ'. On en déduit les relations :

$$\ell'' = \ell' \cos r = \ell \frac{\cos r}{\cos A}$$

$$\sin r = n \sin i = n \sin A \quad \text{et} \quad \cos r = \sqrt{1 - n^2 \sin^2 A}$$

Le rapport d'anamorphose de ce prisme égal à $\frac{\ell}{\ell''}$ a pour valeur :

$$\boxed{\frac{\ell}{\ell''} = \frac{\cos A}{\cos r} = \frac{\cos A}{\sqrt{1 - n^2 \sin^2 A}}}$$

Sur la figure 2, le dispositif anamorphoseur est composé de deux prismes P_1 et P_2 de même angle au sommet A et fabriqués dans le même matériau. La face d'entrée du prisme P_1 est perpendiculaire au faisceau φ_1. La face d'entrée du prisme P_2 est perpendiculaire au faisceau φ_2 réfracté par P_1. Les arêtes des angles aû sommet des deux prismes sont parallèles. Dans ces conditions, les déviations de chacun des prismes sont égales pour un faisceau φ_1 de lumière parallèle d'axe XX' perpendiculaire à la face d'entrée de P_1. Comme les prismes sont montés de façon à ce que les deux déviations s'annulent, l'axe $X_1X'_1$ du faisceau de sortie φ_3 est parallèle à XX'.

Les deux prismes ont le même rapport d'anamorphose puisque A et n sont identiques pour les deux prismes. Le rapport d'anamorphose de l'ensemble des deux prismes est le produit des rapports d'anamorphose de chacun des deux prismes soit :

$$K = \frac{\cos^2 A}{1 - n^2 \sin^2 A}$$

On dispose en infra-rouge de matériaux à haut indice de réfraction et à faible dispersion tels que le germanium qui permettent de réaliser un fort coefficient d'anamorphose avec des prismes minces sans que l'achromatisation soit utile. L'encombrement de l'anamorphoseur devient faible. L'exemple de la figure 2 correspond à un rapport d'anamorphose de $\frac{2}{1}$ ou de $\frac{1}{2}$ selon le sens de la lumière indiqué respectivement par les flèches en trait plein ou en traits pointillés. Les deux prismes en germanium ont un angle au sommet de 10,5°.

Les prismes étant utilisés en faisceau parallèle n'introduisent aucune aberration au centre du champ c'est-à-dire pour un faisceau parallèle à XX'. La dispersion introduite par l'un des prismes est exactement compensée par l'autre prisme.

Pour des faisceaux de lumière faisant un angle de champ avec XX', le chromatisme qui apparaît est négligeable et inférieur à la limite de la diffraction pour les angles de champ de l'ordre de ± 3° du côté du prisme P_1.

L'association selon l'invention d'un anamorphoseur à prismes et d'une caméra thermique modifie les caractéristiques de la caméra.

Si par exemple on utilise un anamorphoseur de grossissement $\frac{2}{1}$ avec une caméra de champ 3° x 6° de façon à analyser un champ carré de 6° x 6°, on modifie la forme de la pupille d'entrée de la caméra qui devient une ellipse au lieu d'un cercle. La surface de la pupille d'entrée est divisée par deux. De même, la résolution est divisée par deux dans le sens où le

champ a été doublé. La sensibilité de la caméra est multipliée par le facteur de transmission de l'anamorphoseur soit 0,92.

La visualisation de l'image visible fournie par la caméra peut se faire de différentes manières.

Dans un premier cas on ne corrige pas l'anamorphose faite à l'analyse au moyen d'une anamorphose opposée à la visualisation. Par exemple l'image d'un cercle vu dans un champ analysé de 3° x 12° sera une ellipse dans le champ de visualisation de 3° x 6°. Cette distorsion n'est pas gênante en fonction détection lorsqu'il s'agit de découvrir la présence d'un point brillant dans le champ. Il suffit de ramener le point brillant vers le centre du champ et d'escamoter l'anamorphoseur pour passer à la fonction identification et tir.

Dans un second cas on corrige l'anamorphose faite à l'analyse par une anamorphose opposée à la visualisation.

Si la visualisation est faite sur un tube cathodique, on peut anamorphoser l'image en agissant sur les balayages dudit tube cathodique ou sur le traitement électronique dans la caméra.

Si la visualisation est obtenue au moyen de diodes électroluminescentes sans reprise par une caméra de télévision, il faut disposer un anamorphoseur en sortie de la caméra. Celui-ci doit être en faisceau parallèle. Son achromatisation est inutile puisque les diodes électroluminescentes ont un rayonnement monochromatique.

La figure 3 montre un exemple d'anamorphoseurs infra-rouge et visible associés à une caméra thermographique 1.

Le rayonnement en provenance de la scène est reçu par un objectif infra-rouge 2. Un analyseur optico-mécanique 4 opérant les balayages du champ de vision et dont l'axe optique est perpendiculaire à l'axe optique de l'objectif 2 est disposé entre deux lames dichroïques 3 et 5 réfléchissant l'infra-rouge et transmettant le visible. La lame dichroïque 3 inclinée à 45° sur l'axe optique de l'objectif 2 réfléchit vers l'analyseur 4 le faisceau infra-rouge issu de cet objectif. La lame dichroï-

que 5 inclinée à 45° sur l'axe optique de l'analyseur 4 réfléchit de même le faisceau infra-rouge qui provient de cet analyseur de façon à le faire converger sur un détecteur 6 symétrique par rapport à ladite lame dichroïque 5 d'une diode électroluminescente 7 placée sur l'axe optique de l'analyseur et recevant le signal vidéo fourni par le détecteur. Un objectif 8 fonctionnant dans le visible et ayant la même distance focale que l'objectif infra-rouge 2 reçoit le faisceau monochromatique de lumière visible issu de la diode électroluminescente 7 à travers l'analyseur et les lames dichroïques. Ce faisceau monochromatique est coudé à angle droit par un prisme de redressement 9 pour être transmis à une lunette de visée 10 dont l'axe est parallèle à l'axe de l'objectif infra-rouge 2. La caméra ainsi réalisée est un transformateur de longueur d'onde de grossissement égal à 1. La lunette de visée 10 a un grossissement adapté au champ de vision analysé de façon à voir l'image restituée sous le meilleur champ apparent à travers l'oculaire.

Conformément à l'invention, un anamorphoseur infra-rouge 11 et un anamorphoseur fonctionnant dans le visible 12 sont disposés respectivement en avant de l'objectif infra-rouge 2 et entre le prisme de redressement 9 et la lunette de visée 10. Ces anamorphoseurs en faisceaux parallèles sont identiques à celui représenté sur la figure 2. Ils ont le même rapport d'anamorphose, les arêtes des angles au sommet parallèles et sont disposés de façon à ce que l'anamorphose introduite à l'analyse soit corrigée par l'anamorphose introduite à la visualisation.

Les angles des prismes de l'anamorphoseur visible 12 sont représentés plus grands que ceux de l'anamorphoseur infra-rouge 11 car les matériaux utilisables en visible ont des indices de réfraction plus faibles que les matériaux infra-rouge.

REVENDICATIONS :

1. Caméra de thermographie comportant pour l'analyse et la visualisation de la scène :

- un objectif transmettant l'infra-rouge, dit par la suite objectif d'analyse,
- un analyseur optico-mécanique opérant les balayages du champ de vision selon des faisceaux issus des différentes sources dudit champ et qui convergent sur un détecteur sensible au rayonnement infra-rouge contenu dans lesdits faisceaux,
- un système d'éléments optiques assurant ladite visualisation,

caractérisée en ce que la modification de l'étendue dudit champ de vision est effectuée dans une seule direction au moyen d'un dispositif anamorphoseur placé en avant de l'objectif d'analyse et constitué d'un premier prisme et d'un deuxième prisme fabriqués dans le même matériau transparent à l'infra-rouge, ayant les angles au sommet égaux et les arêtes desdits angles au sommet parallèles entre elles, lesdits premier et deuxième prismes étant montés de façon à ce que leurs déviations s'annulent et la face de sortie dudit deuxième prisme étant normale à l'axe optique de l'objectif d'analyse, ladite anamorphose effectuée à l'analyse étant corrigée à la visualisation par une anamorphose opposée.

2. Caméra de thermographie selon la revendication 1 dans laquelle ledit système de visualisation est constitué par un moniteur de télévision qui reçoit le signal vidéo issu du détecteur pour assurer ladite visualisation sur un tube cathodique, caractérisée en ce que ladite correction d'anamorphose à la visualisation est obtenue en agissant sur les balayages dudit tube cathodique ou sur le traitement électronique dans la caméra.

3. Caméra de thermographie selon la revendication 1 dans laquelle les éléments optiques du système de visualisation sont communs avec les éléments optiques du système d'analyse et comportent : une première lame dichroïque et une seconde lame dichroïque réfléchissant l'infra-rouge et transparentes au visible,

disposées de part et d'autre dudit analyseur et inclinées de 45 degrés sur son axe de façon à faire converger le faisceau infra-rouge sur le détecteur, ce dernier étant symétrique par rapport à ladite seconde lame d'une diode électroluminescente située sur l'axe de l'analyseur et recevant le signal vidéo issu dudit détecteur, un objectif fonctionnant dans le visible dit objectif de visualisation ayant la même distance focale que l'objectif d'analyse et recevant le faisceau monochromatique de lumière visible issu de ladite diode électroluminescente à travers l'analyseur et les lames dichroïques, une lunette de visée dont l'axe est parallèle à l'axe dudit objectif d'analyse recevant ledit faisceau monochromatique préalablement coudé par un prisme de redressement dans la direction dudit axe de l'objectif d'analyse, caractérisée en ce que ladite correction d'anamorphose à la visualisation est omise ou obtenue par un autre dispositif anamorphoseur placé entre ledit prisme de redressement et ladite lunette et constitué d'un troisième prisme et d'un quatrième prisme fabriqués dans le même matériau transparent au visible, ayant des angles au sommet égaux et les arêtes desdits angles au sommet parallèles entre elles et aux arêtes correspondantes des prismes du dispositif anamorphoseur fonctionnant à l'analyse, lesdits troisième et quatrième prismes étant montés de façon à ce que leurs déviations s'annulent.

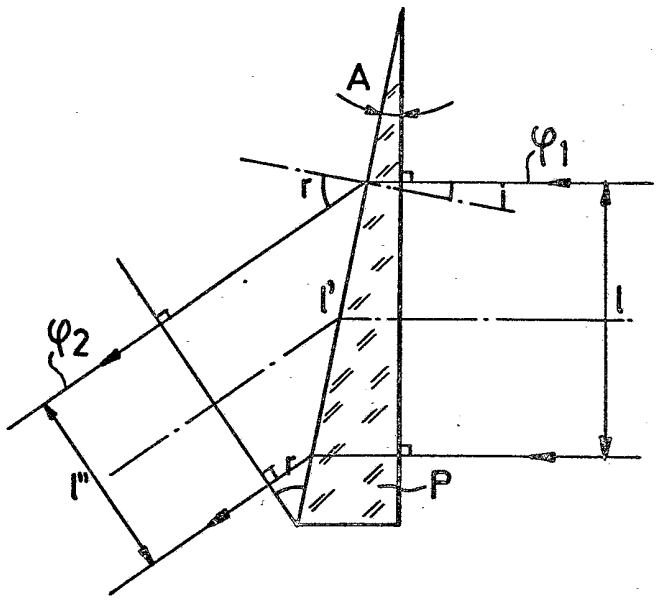


FIG.1

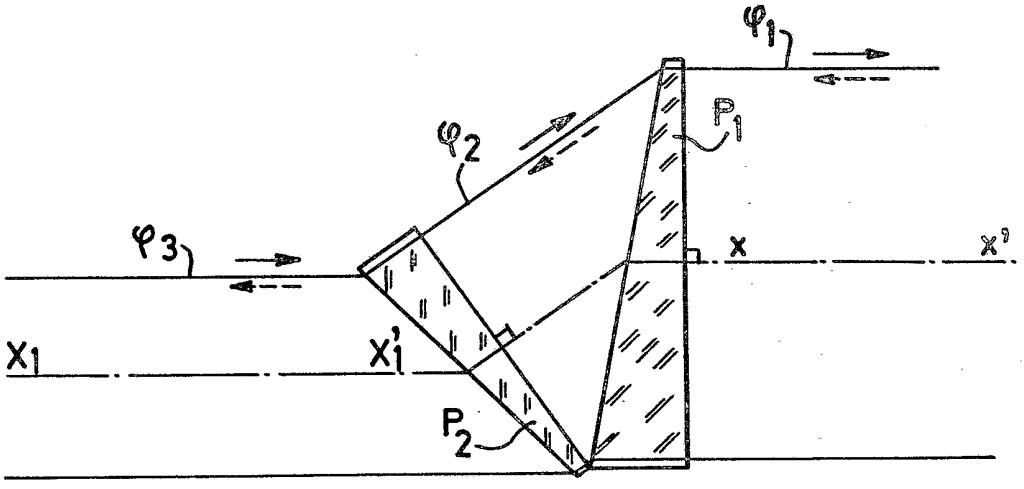


FIG.2

FIG.3

