

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑲

N° 81 05785

⑤④ Dispositif pour la prise d'images thermiques.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). H 04 N 5/33.

②② Date de dépôt..... 23 mars 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 38 du 24-9-1982.

⑦① Déposant : HONEYWELL GMBH, résidant en RFA.

⑦② Invention de : Bernd Boltzmann et Wolfgang Holzappel.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Harlé et Lechopiez,
21, rue de la Rochefoucauld, 75009 Paris.

La présente invention concerne un dispositif de prise d'image ou vue thermique au moyen d'un appareil pour image thermique. De tels appareils de prise d'images thermiques, souvent dénommés appareils d'observation nocturne 5 FLIR (FLIR = Forward Looking Infra Red = observation en infrarouge), utilisent, lors de la prise d'image d'une scène, le rayonnement infrarouge situé dans la plage des longueurs d'ondes non visibles. Un certain contraste de l'image est encore obtenu après le coucher du soleil, du fait que des ma- 10 tières, telles que métaux, terre, roches et plantes ont été à cause des différences entre leurs propriétés, comme capacité d'échauffement et conductibilité thermique, différemment échauffées par le rayonnement solaire. L'observation ou vision nocturne avec le meilleur contraste reste donc possible immé- 15 diatement après le coucher du soleil. Sous l'effet du refroidissement général, les différences de températures deviennent ensuite de plus en plus faibles. Vers le matin, les différences de températures ainsi donc que le contraste, atteignent un minimum. Les détecteurs de tels appareils de prise d'images thermi- 20 ques comportent, pour la différence de température pouvant être encore précisément décelée, une limite inférieure qui ne peut être améliorée même si l'on augmente le facteur d'amplification du circuit électronique branché en aval à cause des limites imposées par le bruit propre des éléments d'amplifi- 25 cation.

Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n°3.953.667, décrit un dispositif constitué d'un laser couplé avec un appareil de prise d'image thermique et qui, pour de faibles différences de température, permet d'améliorer le contraste de l'image 30 thermique prise. Dans ce dispositif, on utilise un appareil laser à balayage permanent modulé dont le rayon laser est, après un élargissement au moyen d'un miroir basculant et pivotant, amené sur l'objet à observer ou "photographier" à l'aide de l'appareil de prise d'image thermique. Un circuit 35 récepteur comporte deux canaux séparés dont l'un permet de traiter le rayonnement thermique émis qui a été reçu et l'autre le rayonnement laser modulé réfléchi.

L'exploration constante de l'objet à "prendre" ou à "photographier", par un faisceau laser de section relativement grande, entraîne le risque que, au point où se trouve ledit objet, il soit possible de constater l'existence de ladite exploration.

L'invention se propose d'améliorer ce dispositif connu de façon à réduire le risque de détection ou de repérage de cette exploration active. A cet effet, un dispositif comportant un appareil de prise d'images thermiques couplé avec un laser est caractérisé par l'utilisation d'un laser à impulsions, par le déclenchement du laser lors de la concordance de l'orientation de son faisceau avec la position où l'appareil de prise effectue l'exploration, et par le déplacement du laser d'un écart entre points - images après chaque exploration thermique complète de l'image.

Conformément à la présente invention, on utilise avantageusement un laser à impulsions ou pulsé qui est dirigé successivement sur les points de l'image, et qui est déclenché lors d'une concordance de sa position avec la position d'exploration de l'appareil de prise d'image thermique. Le laser émet avantageusement une lumière ayant une longueur d'onde appartenant à la plage de sensibilité spectrale de l'appareil de prise d'image thermique. Du fait des caractéristiques différentes de la réflexion des infrarouges par divers matériaux, comme le métal et le bois, on obtient lors de l'éclairement de la scène observée par une impulsion infrarouge, des réflexions différentes et par conséquent un meilleur contraste. Comme l'amélioration du contraste prend un certain temps, on interpose de préférence une mémoire vidéo entre un appareil de prise d'image thermique compatible avec la télévision et un moniteur de télévision branché en série avec lui. On a ainsi la possibilité d'effectuer en outre un traitement par ordinateur des signaux de contraste mémorisés.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention seront mis en évidence dans la suite de la description, donnée à titre d'exemple non limitatif, en référence à la figure unique annexée qui représente schématiquement un appareil

selon l'invention.

L'appareil de prise d'image thermique 10 selon l'invention se compose d'un appareil d'observation nocturne 11 du type FLIR du commerce, avec lequel est couplé un laser 12 également classique. Le laser 12 est commandé par impulsions; pour un éclairage de la scène par impulsions, un laser à CO₂ convient particulièrement car sa longueur d'onde d'infrarouge est située dans la plage de sensibilité maximale de 10 microns de l'appareil d'observation nocturne FLIR 11 utilisé. En amont du laser 12 est monté un système optique de focalisation ou mise au point 13. Le système optique de focalisation 13 est réglé de manière que le spot lumineux formé par le laser 12 couvre deux à trois lignes d'exploration de l'appareil de vision nocturne 11. Le laser 12 comporte des dispositifs d'entraînement 14,14' ainsi que des indicateurs de positions 15,15' qui sont associés au mouvement vertical et au mouvement horizontal. Les dispositifs d'entraînement 14,14' sont commandés en hauteur et latéralement par une unité de commande d'exploration par laser 16, qui peut être commutée en position de fonctionnement manuel et en position de marche automatique, à l'aide d'un appareil de manoeuvre non représenté. Les valeurs réelles de position du laser 12 sont renvoyées à l'unité de commande d'exploration par laser 16.

Une unité de commande d'exploration FLIR 17 assure l'entraînement et la saisie de position des éléments mobiles de l'appareil de vision nocturne FLIR 11, ces éléments pouvant se composer d'une manière connue d'un miroir rotatif horizontal et d'un miroir basculant vertical, qui transmettent le rayonnement reçu ligne par ligne et point par point à des détecteurs appropriés correspondants. Les signaux de position qui sont reçus par l'unité de commande d'exploration FLIR 17 sont transmis, en même temps que les signaux de position provenant des indicateurs de position du laser 15,15', à un circuit comparateur 18 qui, en cas de coïncidence des signaux de position, commande une unité de déclenchement d'impulsions 19 qui déclenche à son tour des impulsions du laser. La durée de ces impulsions d'éclairage par laser correspond

avantageusement au moins au temps d'exploration de trois points-images de l'appareil de vision nocturne. Cette disposition permet de maintenir à une valeur relativement faible les frais de réglage électronique et optique.

5 Le laser 12 n'est déclenché qu'une fois pour l'exploration complète de l'ensemble de l'image thermique. Ensuite le laser ^{est} pointé sur le point-image suivant et, lors de l'exploration complète suivante de l'image thermique, quand sa nouvelle position coïncide avec la position d'exploration de l'appareil de vision nocturne FLIR 11, il est à nouveau déclenché, etc.... Du fait qu'il peut s'écouler quelques minutes jusqu'à ce qu'une partie déterminée de la scène ait été éclairée par des impulsions laser, il est nécessaire de mémoriser le résultat d'exploration pour chacune des phases opératoires. A cet effet, il est prévu une mémoire vidéo 20 dont la capacité doit être suffisante pour emmagasiner les informations concernant une zone de contrôle qui est choisie la plus grande possible dans la scène observée. L'image mémorisée est affichée sur un moniteur de télévision 21. Un ordinateur 20 intermédiaire non représenté permet ici de traiter encore l'image vidéo mémorisée. Les signaux vidéo infrarouges formés lors de l'utilisation d'un appareil observateur nocturne FLIR 11 compatible avec la télévision, peuvent être appliqués aussi bien par l'intermédiaire de la mémoire vidéo 20 que 25 directement à une unité d'amplification vidéo et de commande de synchronisation 22. Cette unité 22 fournit les signaux vidéo nécessaires pour la représentation d'images sur le moniteur de télévision 21 et elle synchronise, à l'aide d'une horloge centrale, la représentation sur le moniteur avec 30 l'exploration FLIR par l'unité de commande 17.

Par l'intermédiaire d'un générateur de signaux auxiliaires 23, il est possible par exemple de fixer à l'avance pour le laser 12 une ligne de vision déterminée et également de définir une zone déterminée d'exploration correspondant à un champ de contrôle donné; en outre on peut faire 35 apparaître sur l'écran du moniteur de télévision 21 des signes alphanumériques. Le générateur de signaux auxiliaires 23 est commandé dans ce cas de la manière appropriée par un

opérateur, au moyen d'un appareil de manoeuvre non représenté.

Le dispositif décrit ci-dessus permet non seulement une amélioration du contraste pour l'ensemble de l'image représentée sur le moniteur de télévision 21, ^{mais} il est également envisagé, en passant par la mémorisation, d'améliorer dans la mémoire vidéo 20, le contraste par un éclairage par impulsion pour une partie déterminée seulement d'une scène correspondant à un champ de contrôle, et de ne représenter le reste de l'image qu'en temps réel. L'avantage d'un tel mode opératoire consiste en ce que, même pendant l'amélioration du contraste, qui prend du temps, l'appareil d'observation nocturne FLIR remplit toujours sa fonction normale à l'extérieur du champ de contrôle. On doit obligatoirement éviter un déplacement de l'appareil d'observation nocturne dans ce mode opératoire.

En ce qui concerne la détermination de la longueur appropriée d'une impulsion d'éclairage par laser, il faut préciser les considérations suivantes:

Dans le cas d'un appareil d'observation nocturne FLIR compatible avec la télévision et assurant une exploration en série, la décomposition de l'image prise est effectuée, comme on l'a déjà indiqué, ligne par ligne au moyen d'un miroir horizontal tournant et d'un miroir basculant verticalement après le parcours de chaque ligne. D'après les normes allemandes de télévision, on effectue à chaque seconde une exploration ou analyse de 25 images complètes ou de 50 demi-images ou trames. Dans ce cas, chaque image se compose de 625 lignes horizontales. Le rapport entre hauteur et largeur d'image est égal à 3:4.

Dans un système de transmission d'image optimisé, la résolution verticale et la résolution horizontale, c'est-à-dire la densité des points-images, doivent être égales. Le nombre des points-images horizontaux n_H est ainsi le suivant:

$$n_H = 4/3 \times 625 = 833$$

Avec ce nombre de points-images, on a la durée suivante d'enregistrement d'une ligne:

$$t_z = \frac{1}{25 \times 625} = 64 \times 10^{-6} \text{ s}$$

Le temps par point-image horizontal est alors le suivant:

$$t_{nH} = \frac{64}{833} \times 10^{-6} \text{ s} = 76 \times 10^{-9} \text{ s}$$

5 Si, tenant compte de l'économie précitée des réglages électronique et optique, on donne à l'impulsion d'éclairement par laser une durée suffisamment longue pour qu'elle couvre au moins trois points-images, on obtient alors la durée minimale d'impulsion :

$$t_{IMP} = 3 \times 76 \times 10^{-9} \text{ s} = 228 \times 10^{-9} \text{ s}$$

10 Si on part en outre de ce que le spot d'éclairement recouvre 2 à 3 lignes d'exploration, il devient tout à fait indiqué de choisir la fréquence de trame de 50 Hz comme fréquence de répétition d'image.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de prise d'image thermique au moyen
d'un appareil de prise d'image thermique couplé avec un laser
en vue d'une amélioration du contraste de l'image thermique
prise, caractérisé en ce qu'on utilise un laser à impulsions
5 (12), en ce que le laser (12) est déclenché lors de la
concordance de son orientation de faisceau avec la position
d'exploration de l'appareil de prise d'image thermique (11),
et en ce qu'on continue à faire déplacer le laser (12) d'une
distance correspondant à l'écart d'un point-image après
10 chaque exploration complète de l'image thermique.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé
en ce qu'il comprend des dispositifs d'entraînement vertical
et horizontal (14, 14') agissant sur le laser (12) et auxquels
sont reliés des indicateurs de position (15, 15') dont les
15 signaux sont comparés avec les signaux correspondants des po-
sitions d'exploration de l'appareil de prise d'image thermique
(11) en vue de déclencher une impulsion de laser lors de la
coïncidence des signaux.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en
20 ce qu'il est prévu un moniteur de télévision (21) relié
à l'appareil de prise d'image thermique et associé à une mé-
moire vidéo (20).

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en
ce qu'on enregistre dans la mémoire vidéo (20) un champ de
25 contrôle, dont le contraste doit être amélioré et qui est situé
à l'intérieur de l'image thermique reçue, ce champ de contrôle
apparaissant sur le moniteur de télévision (21) à côté du res-
te de l'image enregistrée en temps réel.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications
30 1 à 4, caractérisé en ce que la durée temporelle d'une impul-
sion de laser est supérieure de plus d'un point-image à la
durée d'exploration.

