

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 20.03.80.

⑬ Priorité :

⑭ Date de la mise à disposition du public de la demande : 25.09.92 Bulletin 92/39.

⑮ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑯ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑰ Demandeur(s) : *ALCATEL ALSTHOM COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE — FR.*

⑱ Inventeur(s) : Duchet Michel.

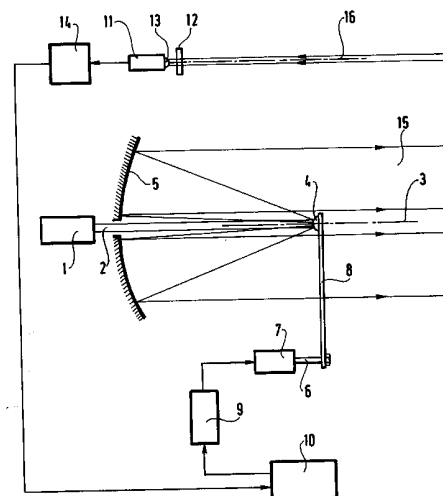
⑲ Titulaire(s) :

⑳ Mandataire : Rinuy, Santarelli.

① Procédé et dispositif pour concentrer sur une cible l'énergie d'un faisceau de rayonnement monochromatique.

② Le procédé consiste à capter le rayonnement (16) émis par la cible, en réponse à son échauffement par le faisceau (15), dans une bande de fréquences excluant la fréquence du faisceau, et à déplacer l'un par rapport à l'autre les éléments (4 et 5) d'un système optique traversé par le faisceau, de façon à augmenter l'intensité du rayonnement capté.

Application à la destruction de cibles militaires par laser.



Procédé et dispositif pour concentrer sur une cible l'énergie d'un faisceau de rayonnement monochromatique

La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour concentrer sur une cible l'énergie d'un faisceau de rayonnement monochromatique tel qu'un faisceau laser de haute énergie.

Un dispositif connu pour concentrer sur une cible l'énergie d'un faisceau laser est décrit dans l'ouvrage américain intitulé "Physics of quantum electronics" (C.B. HOGGE) vol.6 pages 69 à 75. Ce dispositif appelé "à onde de départ" comporte essentiellement un générateur laser dont le faisceau est dirigé sur la cible après réflexion sur un miroir déformable et un système optique de réception orienté pour capter l'énergie réfléchie par un point brillant de la cible. Pour concentrer l'énergie du faisceau sur la cible, on fait subir au miroir des déformations de façon à augmenter l'intensité lumineuse captée par le système optique de réception.

Ce dispositif présente des inconvénients. En particulier, lorsque la cible est de dimensions importantes et présente de ce fait plusieurs points brillants, il est difficile de régler l'orientation du système optique de réception sur un seul des points brillants. De plus la réception du rayonnement provenant de la cible est perturbée par la rétrodiffusion atmosphérique de l'énergie du faisceau laser dirigé vers la cible.

Dans le même ouvrage américain cité, est décrit pages 67 à 69, un autre dispositif pour concentrer sur une cible l'énergie d'un faisceau laser. Ce dispositif appelé "à onde de retour" comporte un générateur laser dont le faisceau est dirigé vers la cible après traversée d'un séparateur optique dichroïque et réflexion sur un miroir déformable. Le rayonnement thermique émis par la cible est réfléchi sur le miroir déformable, suivant le même trajet optique en sens inverse, puis est séparé du faisceau laser par réflexion sur le séparateur. Ce rayonnement est finalement reçu sur un système mesureur de phase qui délivre des signaux d'erreurs vers les éléments du miroir déformable de façon à compenser les irrégularités de phase de l'onde de retour.

Le dispositif à onde de retour présente l'inconvénient d'avoir un fonctionnement instable, cette instabilité étant provoquée par

le phénomène de défocalisation thermique analysé dans le même ouvrage pages 63 à 66.

La présente invention a pour but de pallier les inconvénients des dispositifs connus cités ci-dessus.

- 5 La présente invention a pour objet un procédé pour concentrer sur une cible l'énergie d'un faisceau de rayonnement monochromatique, ce faisceau sortant d'un système optique d'émission comportant au moins deux éléments, consistant
- à diriger le faisceau vers la cible,
 - 10 - à capter le rayonnement provenant de la cible
 - et à déplacer les éléments l'un par rapport à l'autre de façon à augmenter l'intensité du rayonnement capté,
- caractérisé en ce que le rayonnement provenant de la cible n'est capté que dans une bande prédéterminée de fréquences émises par la
- 15 cible en réponse à la réception du faisceau, la fréquence du rayonnement monochromatique étant située en dehors de la bande prédéterminée.

La présente invention a aussi pour objet un dispositif pour concentrer sur une cible l'énergie d'un faisceau de rayonnement monochromatique, comportant

- 20 - un générateur d'une onde monochromatique,
- un système optique d'émission recevant ladite onde monochromatique et délivrant le faisceau, ce système optique comprenant au moins deux éléments,
 - des moyens d'orientation du système optique d'émission pour diriger
 - 25 le faisceau vers la cible,
 - un système optique de réception disposé à proximité du système optique d'émission pour capter le rayonnement provenant de la cible
 - et des moyens pour faire subir des déplacements l'un par rapport à l'autre aux éléments de façon à augmenter l'intensité du rayonnement
 - 30 capté par le système optique de réception, caractérisé en ce que le système optique de réception comporte un filtre optique ne laissant passer le rayonnement provenant de la cible que dans une bande prédéterminée de fréquences, la fréquence de ladite onde monochromatique étant située en dehors de la bande de fréquences prédéterminée.
- 35 Des formes particulières d'exécution de l'objet de la présente invention sont décrites ci-dessous, à titre d'exemple en référence

- 3 -

aux dessins annexés, dans lesquels

- la figure 1 représente schématiquement un mode de réalisation du dispositif selon l'invention

- et la figure 2 représente schématiquement un autre mode de réalisation du dispositif selon l'invention.

Sur la figure 1, un générateur laser 1 délivre un faisceau de rayonnement monochromatique 2 de forte puissance, suivant un axe 3. Le générateur 1 peut être du type à gaz carbonique émettant à la longueur d'onde infrarouge de 10,6 microns. Le faisceau 2 traverse un système optique d'émission du type Cassegrain comprenant deux éléments : un miroir convexe 4 centré sur l'axe 3 pour recevoir le faisceau 2 et un miroir parabolique concave coaxial 5 comportant une percée axiale 6 pour laisser passer le faisceau 2. Les faces réfléchissantes des miroirs 4 et 5 sont en regard l'une de l'autre de sorte que le faisceau 2 est réfléchi successivement sur les miroirs 4 et 5 pour former un faisceau 15.

Le miroir 4 est solidaire du noyau plongeur 6 d'un électro-aimant 7 par l'intermédiaire d'un organe de liaison mécanique représenté schématiquement par un levier 8. L'enroulement d'excitation de l'électro-aimant 7 est relié à la sortie d'un générateur 9 d'une tension électrique continue variable. L'entrée du générateur 9 est reliée à la sortie d'un système logique de commande 10.

A proximité du système optique d'émission est disposé un système optique de réception comportant un détecteur 11 et un filtre optique 12 disposé devant la surface sensible 13 du détecteur 11. Le filtre 12 est du type passe-bande : il laisse passer le rayonnement dont la longueur d'onde est comprise entre 3 et 5 microns et arrête le rayonnement en dehors de cette bande infrarouge. La sortie électrique du détecteur 11 est connectée à un appareil de mesure 14 dont la sortie est reliée à l'entrée du système 10.

L'ensemble constitué par les éléments 1 à 8 est monté sur un support non représenté mobile en site et en gisement, à l'aide duquel on oriente l'axe d'émission 3 vers une cible non visible sur la figure 1. Le dispositif comporte aussi des moyens d'orientation pour diriger l'axe de réception 16 du détecteur 11 vers la cible. Eclairée par le faisceau laser 15, la cible s'échauffe et émet en retour un rayonnement

infrarouge incohérent. Une partie de ce rayonnement est capté par le détecteur 11 dans la bande infrarouge de 3 à 5 microns que laisse passer le filtre 12.

Il est nécessaire que la longueur d'onde d'émission du faisceau 15 soit située en dehors de la bande de réception. La longueur d'onde d'émission du laser 1 et la bande de réception sont de préférence choisies dans la gamme infrarouge, comme dans l'exemple décrit. Dans une variante de réalisation, le générateur laser 1 peut être un laser chimique à acide fluorhydrique émettant à la longueur d'onde de 3,8 microns, le filtre 12 définissant alors une bande infrarouge de réception dans l'intervalle de 8 à 10 microns.

L'appareil 14 mesure l'intensité du rayonnement infrarouge capté par le détecteur 11, l'information de cette mesure étant transmise à l'entrée du système de commande 10.

Le système 10 règle la tension du générateur 9 de façon à provoquer, par déplacement du noyau 6, une translation du miroir 4 selon l'axe 3, dans un sens tel qu'elle entraîne une variation de la distance focale du système optique d'émission, cette variation étant propre à augmenter l'intensité du rayonnement capté par le détecteur 11.

De préférence, le système 10 est d'un type capable de commander des petites déplacements successifs du miroir 4, ces déplacements étant d'amplitude constante et s'effectuant dans un sens ou dans l'autre de l'axe 3 selon qu'ils provoquent une augmentation ou une diminution de l'intensité du rayonnement capté par le détecteur 11.

Sur la figure 2 est représenté un générateur laser 17 délivrant un faisceau monochromatique 18. Un système optique afocal 19, de type Cassegrain et analogue à celui de la figure 1, est constitué d'un miroir convexe 20 et d'un miroir concave 21. Ce système optique reçoit le faisceau 18 et délivre un faisceau 22 de section augmentée, le faisceau 22 étant réfléchi sur un miroir déformable 24 qui renvoie un faisceau 25 vers une cible non visible sur la figure.

Le miroir déformable 24, est fixé sur trois éléments piézo-électriques 26, 27 et 28 munis chacun de deux électrodes et solidaires d'une plaque rigide 29. Bien entendu le nombre des éléments piézoélectriques est en pratique très supérieur à trois.

Le dispositif comporte en outre un générateur de signaux électriques 30 comportant trois sorties reliées chacune respectivement

aux deux électrodes des éléments piézoélectriques 26, 27 et 28. L'entrée du générateur 30 est reliée à la sortie d'un système logique de commande 31 connecté lui même à une mémoire 32.

A proximité du miroir déformable 24 est disposé un système
5 optique de réception comportant un détecteur 33 et un filtre optique 34
disposé devant la surface sensible du détecteur 33. Le filtre 34
est un filtre passe-bande tout à fait analogue au filtre 12 (figure 1)
et ne laisse passer le rayonnement que dans une bande de fréquences
excluant la fréquence d'émission du laser 17. La sortie électrique
10 du détecteur 33 est reliée à l'entrée d'un appareil de mesure 35
dont la sortie est connectée à l'entrée du système 31.

Le dispositif représenté sur la figure 2 fonctionne de la manière suivante.

Le faisceau 25, de préférence infrarouge, chauffe la cible
15 qui émet en retour un rayonnement incohérent. Le détecteur 33 capte
une partie 36 de ce rayonnement à travers le filtre 34 qui ne laisse
passer le rayonnement que dans une bande de fréquences prédéterminée,
cette bande excluant la fréquence d'émission du laser 17. L'infor-
mation de l'intensité de ce rayonnement mesurée par l'appareil 35
20 est transmise à l'entrée du système 31.

Le système 31 commande l'émission de signaux électriques par le générateur 30.

Dans une première étape, le générateur 30 délivre à chacune de ses sorties une tension électrique E qui provoque, par action
25 sur un élément piézoélectrique, un petit déplacement d'amplitude D
en un point de la surface du miroir déformable 24, dans un sens arbitraire. Lorsque le déplacement D entraîne une augmentation de l'intensité du rayonnement capté par le détecteur 33, la valeur $+D$ est stockée dans la mémoire 32. Par contre lorsque le déplacement initial D
30 provoque une diminution de l'intensité du rayonnement capté, le générateur 30 émet un signal supplémentaire $-E$ qui entraîne un déplacement supplémentaire de l'élément piézoélectrique d'amplitude D , mais de sens opposé au sens initial, la valeur $-D$ étant alors mise en mémoire.

Dans la deuxième étape le générateur 30 délivre des signaux
35 d'amplitude E , les signes de ces signaux étant identiques à celui des valeurs mises en mémoire au cours de la première étape. Ces signaux

provoquent des déplacements d'amplitude D, ces déplacements s'ajoutant en grandeur et en signe à ceux de la première étape. Lorsqu'un élément piézoélectrique reçoit un signal qui entraîne une augmentation de l'intensité du rayonnement capté, le déplacement est maintenu, et
5 la valeur en mémoire n'est pas modifiée. Si par contre un élément piézoélectrique reçoit un signal qui entraîne une diminution de l'intensité du rayonnement capté, le générateur 30 émet un signal supplémentaire de signe opposé et la valeur précédemment mise en mémoire est alors remplacée par celle correspondant au dernier déplacement, et
10 ainsi de suite.

Le nombre N des étapes est choisi suffisamment grand pour que les intensités captées à la fin des étapes de rang N et N-1 aient sensiblement la même valeur. De plus la valeur E du signal électrique est choisie suffisamment faible pour obtenir une convergence précise
15 sur l'intensité de rayonnement maximale. Mais il est bien évident que plus E est petit, plus N doit être grand.

Dans les deux exemples décrits ci-dessus du dispositif selon l'invention, il n'est pas nécessaire de régler l'orientation du système optique de réception vers un point brillant de la cible, puisque
20 le rayonnement émis par la cible chauffée par l'énergie du faisceau laser présente un lobe d'émission très large, du type Lambert. De plus la réception n'est pas gênée par la rétrodiffusion atmosphérique du faisceau laser puisque le rayonnement capté a une longueur d'onde différente de celle du faisceau laser. On constate enfin que le
25 fonctionnement du dispositif selon l'invention n'est pas affecté par les instabilités qui se produisent dans les dispositifs connus dits à onde de retour en raison de la défocalisation thermique.

Le dispositif selon l'invention peut être appliqué à la destruction de cibles militaires par laser.

30 Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits ou représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier on peut, sans sortir du cadre de l'invention, remplacer certains moyens techniques par des moyens équivalents.

C'est ainsi que, dans le dispositif représenté sur la figure 1,
35 l'électroaimant 7 peut être remplacé par un moteur électrique capable, à travers un système de démultiplication, de modifier l'angle de la surface du miroir 4 par rapport à l'axe 3, de façon à commander un balayage du faisceau 15.

REVENDEICATIONS

- 1/ Procédé pour concentrer sur une cible l'énergie d'un faisceau de rayonnement monochromatique, ce faisceau sortant d'un système optique d'émission comportant au moins deux éléments, consistant
- 5 - à diriger le faisceau vers la cible,
- à capter le rayonnement provenant de la cible
- et à déplacer les éléments l'un par rapport à l'autre de façon à augmenter l'intensité du rayonnement capté,
caractérisé en ce que le rayonnement provenant de la cible n'est
- 10 capté que dans une bande prédéterminée de fréquences émises par la cible en réponse à la réception du faisceau, la fréquence du rayonnement monochromatique étant située en dehors de la bande prédéterminée.
- 2/ Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rayonnement monochromatique est un rayonnement infrarouge.
- 15 3/ Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la bande prédéterminée est une bande infrarouge.
- 4/ Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le système optique d'émission comprenant une pluralité d'éléments, le déplacement des éléments s'effectue en N étapes et qu'au cours d'une étape de
- 20 rang quelconque inférieur à N, les éléments subissent successivement un déplacement d'amplitude prédéterminée D dans un sens arbitraire, le déplacement d'un élément étant maintenu lorsqu'il provoque une augmentation de l'intensité du rayonnement capté, la valeur + D étant alors mise en mémoire, le déplacement d'un élément étant suivi d'un
- 25 déplacement supplémentaire d'amplitude D dans le sens opposé au sens arbitraire si le déplacement initial de cet élément provoque une diminution de l'intensité du rayonnement capté, la valeur - D étant alors mise en mémoire, et qu'au cours de l'étape suivante les éléments subissent successivement des déplacements identiques en amplitude
- 30 et en sens aux valeurs mises en mémoire au cours de l'étape précédente, un élément subissant un déplacement supplémentaire de même amplitude mais de sens opposé lorsque le déplacement initial provoque une diminution de l'intensité du rayonnement capté, la valeur précédemment mise en mémoire étant alors remplacée par celle correspondant au
- 35 dernier déplacement, N étant un nombre entier choisi suffisamment grand pour que les intensités captées à la fin des étapes de rang N

et N-1 aient sensiblement la même valeur.

5/ Dispositif pour concentrer sur une cible l'énergie d'un faisceau de rayonnement monochromatique, comportant

- un générateur d'une onde monochromatique,

5 - un système optique d'émission recevant ladite onde monochromatique et délivrant le faisceau, ce système optique comprenant au moins deux éléments,

- des moyens d'orientation du système optique d'émission pour diriger le faisceau vers la cible,

10 - un système optique de réception disposé à proximité du système optique d'émission pour capter le rayonnement provenant de la cible - et des moyens pour faire subir des déplacements aux éléments l'un par rapport à l'autre de façon à augmenter l'intensité du rayonnement capté par le système optique de réception, caractérisé en ce que

15 le système optique de réception comporte un filtre optique ne laissant passer le rayonnement provenant de la cible que dans une bande prédéterminée de fréquences, la fréquence de ladite onde monochromatique étant située en dehors de la bande de fréquences prédéterminée.

6/ Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le
20 système optique d'émission comporte un miroir déformable fixé sur une pluralité d'éléments piezoélectriques munis chacun de deux électrodes et que les moyens pour faire subir des déplacements aux éléments sont des moyens de polarisation des électrodes.

7/ Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les
25 deux éléments sont constitués respectivement par un miroir concave comportant une ouverture axiale pour laisser passer l'onde monochromatique émise par le générateur, et par un miroir convexe dont la surface réfléchissante est en regard de celle du miroir concave, ce miroir convexe étant disposé pour recevoir l'onde monochromatique
30 passant à travers l'ouverture et pour réfléchir cette onde sur la face réfléchissante du miroir concave.

FIG. 1

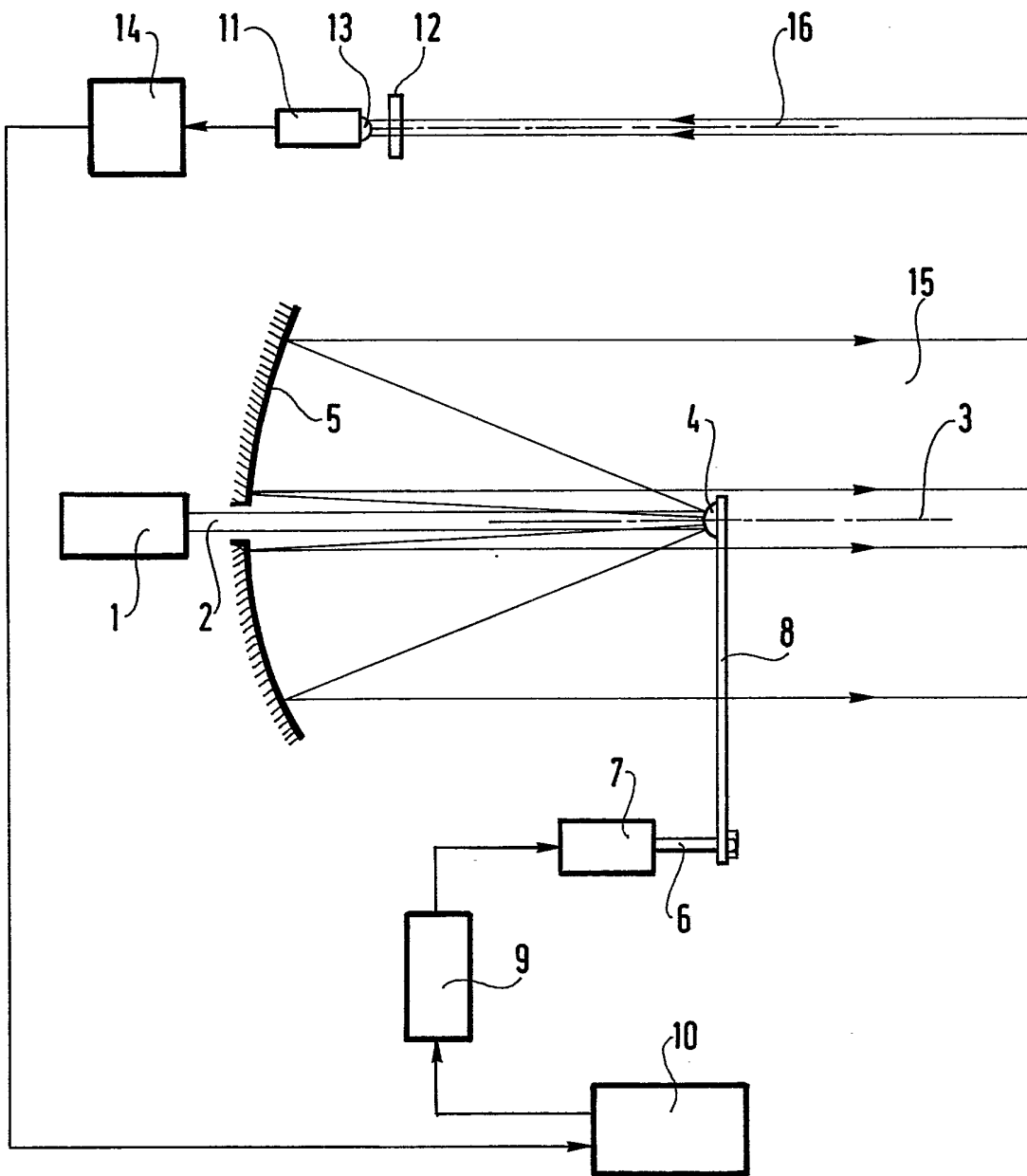


FIG. 2

