

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 460 493

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 79 17132**

(54) Convertisseur électro-optique.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 02 F 1/03.

(22) Date de dépôt..... 2 juillet 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 23-1-1981.

(71) Déposant : KISHINEVSKY GOSUDARSTVENNY UNIVERSITET IMENI V.I. LENINA, résidant en
URSS.

(72) Invention de : Lev Moiseevich Panasjuk et Galina Nikolaevna Manushevich.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne l'opto-électronique, en particulier les dispositifs utilisés pour la modulation spatiale d'un flux lumineux, et a notamment pour objet un convertisseur électro-optique.

La présente invention peut être utilisée notamment dans les systèmes de traitement d'informations optiques en qualité de filtre spatial pour obtenir des images en trois dimensions. D'autre part, le convertisseur électro-optique peut être utilisé dans les dispositifs d'introduction d'informations dans les ordinateurs, ainsi que pour projeter des images de télévision sur un grand écran.

On connaît un convertisseur électro-optique comportant, placés l'un après l'autre, un élément pour moduler le flux lumineux de lecture, un élément qui réfléchit le flux lumineux, et un élément pour former une charge en relief au moyen d'un signal enregistreur. Le convertisseur comporte également un élément permettant d'appliquer un champ électrique aux éléments indiqués, se trouvant en contact direct entre eux. L'élément modulateur de flux lumineux de lecture se présente sous la forme d'une plaque plane à faces parallèles réalisée en un matériau dont les caractéristiques optiques varient sous l'action d'un champ électrique. En qualité de matériau possédant de telles propriétés on utilise un monocristal de KD_2PO_4 produisant un effet Pockels linéaire. L'élément réflecteur du flux lumineux de lecture sépare optiquement le flux lumineux de lecture et le signal d'enregistrement. Cet élément est un miroir diélectrique déposé par vaporisation sur l'une des surfaces de la plaque plane parallèle de monocristal électro-optique en KD_2PO_4 . L'élément pour la formation de la charge en relief au moyen d'un signal enregistreur est réalisé sous la forme d'une couche photosensible en matériau semi-conducteur, appliquée sur la surface du miroir diélectrique, tandis que l'élément prévu pour appliquer un champ électrique est réalisé sous la forme de films-électrodes conducteurs semi-transparents, dont l'un est déposé par vaporisation sur une couche semi-conductrice photosensible, et l'autre, sur la surface du cristal électro-optique.

On connaît également un convertisseur électro-optique dans lequel l'élément pour la formation d'une charge en relief au moyen d'un signal enregistreur est un tube à rayons cathodiques. Dans ce dispositif, le miroir diélectrique et le cristal électro-optique sont montés dans l'écran du tube à rayons cathodiques, l'une des électrodes étant constituée par la cathode du tube à rayons cathodiques.

Si l'élément formant la charge en relief au moyen du signal d'enregistrement est réalisé sous la forme d'un tube à rayons cathodiques, le signal enregistreur se présente sous la forme d'un signal vidéo appliqué à la cathode du tube à rayons cathodiques. Le faisceau électronique modulé balaye la surface du miroir diélectrique et crée sur celui-ci une charge en relief.

En présence d'une couche à semi-conducteurs photosensible, le convertisseur électro-optique fonctionne de la façon suivante. L'image projetée sur la couche à semi-conducteurs photo-sensible en présence d'un champ électrique s'accumule comme une charge en relief induite par effet Pockels dans un cristal de KD_2PO_4 . Ainsi le flux lumineux de lecture est modulé selon l'image enregistrée. Etant donné que le miroir diélectrique, dans le convertisseur électro-optique connu, laisse passer partiellement le flux lumineux de lecture, l'absence d'un découplage optique entre l'élément de modulation du flux lumineux de lecture et la couche à semi-conducteurs photosensible entraîne la destruction de l'image enregistrée.

L'interaction du signal enregistreur et du flux lumineux de lecture ne permet pas d'utiliser efficacement le dispositif connu en régime d'amplification des flux lumineux. Lors de la lecture par des flux lumineux puissants, le niveau du flux lumineux qui traverse le miroir diélectrique est commensurable avec le niveau des signaux enregistreurs, ce qui exclut l'enregistrement de signaux de faible niveau et, par conséquent, réduit la sensibilité du convertisseur électro-optique.

On sait qu'un tel convertisseur électro-optique comporte des éléments à couches minces ou films entrant directement en contact avec le cristal électro-optique et qui sont réalisés en matériaux à coefficients de dilatation thermique différents. Etant donné que les conditions thermiques qui se présentent au cours de la préparation et de l'utilisation de ces éléments sont différentes, on ne peut éviter la fissuration mécanique des couches minces.

Le cristal de KD_2PO_4 est soluble dans l'eau et peu résistant à la chaleur, ce qui limite les possibilités d'emploi de nombreux matériaux semi-conducteurs photosensibles, car lorsqu'ils sont appliqués sur la surface du cristal de KD_2PO_4 , ce dernier se détériore. L'impossibilité d'utiliser divers matériaux semi-conducteurs limite le domaine de sensibilité spectrale du convertisseur.

L'absence d'une séparation dans l'espace du cristal de KD_2PO_4 et de la couche à semi-conducteurs photosensible rend impossible l'exploitation de cette couche à semi-conducteurs à une température autre que celle du cristal de KD_2PO_4 , ce qui, à son tour, limite le nombre de matériaux semi-conducteurs, 5 et, par conséquent, réduit la plage de sensibilité spectrale.

L'absence d'une séparation dans l'espace entre, d'une part, l'élément pour la modulation du flux lumineux de lecture et l'élément pour la réflexion du flux lumineux de lecture, et d'autre part le tube à rayons cathodiques, entraîne l'endommagement des éléments de la surface à cause de l'échauffement 10 local par le faisceau électronique et la diffusion, pulvérisation ou atomisation de ces matériaux par les rayons cathodiques.

Le fait que la plaque de cristal électro-optique, à la surface de laquelle est déposé le miroir diélectrique, se trouve dans des conditions de vide entraîne inévitablement la dégradation du vide et, par conséquent, 15 réduit la fiabilité de fonctionnement de tout le dispositif.

D'autre part, la nécessité d'appliquer la plaque de cristal électro-optique contre le corps du tube à rayons cathodiques complique notamment la technologie de fabrication des convertisseurs électro-optiques.

L'invention vise par conséquent un convertisseur électro-optique dans 20 lequel on pourrait, en introduisant un nouvel élément, séparer dans l'espace les fonctions d'enregistrement et de lecture.

Ce problème est résolu à l'aide d'un convertisseur électro-optique comportant, disposés successivement, un élément de modulation d'un flux lumineux de lecture, un élément pour la réflexion du flux lumineux de lecture, 25 un élément de formation d'une charge en relief au moyen d'un signal enregistreur, ainsi qu'un élément pour l'application d'un champ électrique auxdits éléments se trouvant en contact direct entre eux, ledit convertisseur électro-optique étant, selon l'invention, caractérisé en ce qu'il comporte un élément assurant le transfert de la charge en relief, ledit élément de transfert séparant dans l'espace l'élément pour la réflexion du flux lumineux de lecture et l'élément de modulation du flux lumineux de lecture, 30 d'avec l'élément pour la formation d'une charge en relief au moyen d'un signal d'enregistrement, en étant disposé entre ledit élément de réflexion et ledit élément de formation de la charge en relief.

Il est avantageux que l'élément pour le transfert de la charge en relief soit réalisé sous la forme d'un élément à conductibilité anisotrope.

Dans ce cas, il est préférable que l'élément à conductibilité anisotrope soit réalisé sous la forme d'une plaque en matériau diélectrique, comportant des canaux conducteurs de courant disposés parallèlement à l'axe optique.

Une telle réalisation du convertisseur électro-optique permet de séparer dans l'espace les fonctions d'enregistrement et de lecture et d'exclure l'interaction des flux lumineux d'enregistrement et de lecture.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de différents modes de réalisation donnés uniquement à titre 10 d'exemples non limitatifs avec références au dessin unique annexé dans lequel:

- la figure 1 représente une vue en coupe d'un convertisseur électro-optique conforme à l'invention ;
- la figure 2 représente un convertisseur électro-optique conforme à l'invention, dans lequel l'élément formant la charge en relief au moyen d'un signal enregistreur est réalisé sous la forme d'un tube à rayons cathodiques;
- la figure 3 représente le schéma de modulation du flux lumineux par le convertisseur électro-optique conforme à l'invention.

Le convertisseur électro-optique comporte, disposés successivement, un élément 1 (figure 1) pour moduler un flux lumineux de lecture, un élément 2 pour réfléchir le flux lumineux de lecture, un élément 3 pour le transfert de la charge en relief et un élément 4 pour former une charge en relief au moyen d'un signal d'enregistrement. Les éléments 1, 2, 3 et 4 se trouvent directement en contact l'un avec l'autre dans l'ordre indiqué. D'autre part, 20 le convertisseur comporte un élément 5 pour l'application d'un champ électrique aux éléments 1, 2, 3 et 4.

L'élément 1 se présente sous la forme d'une plaque plane-parallèle, réalisée en un matériau dont les caractéristiques optiques varient sous l'action d'un champ électrique. Ce matériau peut notamment être un cristal électro-optique KD_2PO_4 à effet linéaire de Pockels. Cet effet consiste en 30 ce que la valeur de l'indice de réfraction dépend linéairement de la valeur du champ électrique appliqué.

L'élément 2 se présente sous la forme d'un miroir diélectrique 6. Le miroir 6 sépare optiquement les fonctions d'enregistrement et de lecture.

L'élément 3 est un élément à conductibilité anisotrope. Cet élément 35 est réalisé sous la forme d'une plaque 7 en matériau diélectrique, comportant des canaux conducteurs de courant disposés parallèlement à l'axe optique.

En particulier, la plaque 7 peut être réalisée sous la forme d'une structure en brins métalliques, c'est-à-dire en brins métalliques fins parallèles à l'axe optique et noyés dans un diélectrique.

5 On peut prévoir une autre réalisation de l'élément 3, assurant le transfert à distance de la charge en relief.

L'élément 4 est réalisé sous la forme d'une couche à semi-conducteurs photosensible 8.

10 L'élément 5 se présente sous la forme d'électrodes 9 métalliques transparentes déposées par vaporisation sur les côtés externes des éléments 1 et 4.

15 L'introduction de l'élément 3 entre les éléments 2 et 4 permet de séparer dans l'espace les fonctions d'enregistrement et de lecture. Etant donné que la conductibilité dans le sens de propagation du flux lumineux est élevée, la présence de l'élément 3 réalisé sous la forme d'un élément à conductibilité anisotrope n'empêche pas la modification de la répartition des tensions entre la couche à semi-conducteurs photosensible 8 de l'élément 1 sous l'action du signal enregistreur (du flux lumineux en cours d'enregistrement), tandis que la faible conductibilité transversale empêche l'écoulement de la charge en relief.

20 Pour la fabrication du convertisseur électro-optique, objet de l'invention, l'élément 1 est poli des deux côtés avec une précision d'au moins $\lambda/2$, où λ est la longueur d'onde. Sur l'un des côtés est déposé par vaporisation un miroir 6 en diélectrique à plusieurs couches, et sur l'autre côté, une électrode semi-transparente 9. La plaque 7 est polie elle aussi des deux côtés avec une précision d'au moins $\lambda/2$. Sur l'un des côtés de la plaque 7 sont déposées successivement une couche à semi-conducteurs 8 et une électrode semi-transparente 9. L'autre côté de la plaque 7 est mis en contact optique avec celui des côtés de l'élément 1 qui porte le miroir 6 en diélectrique.

35 Une telle construction du convertisseur électro-optique est technologiquement avantageuse, car l'élément 3 est utilisé en qualité de substrat sur lequel est portée la couche 8. Aucune limite n'est imposée en ce qui concerne le régime thermique à observer lors du dépôt de la couche 8, ce qui permet d'utiliser divers matériaux semi-conducteurs et d'élargir ainsi le domaine de sensibilité spectrale.

En exploitation, la séparation dans l'espace de la couche 8 et des

éléments 1 et 2 permet de régler leur température jusqu'à la valeur nécessaire, ce qui permet, par exemple, de refroidir la couche à semi-conducteurs jusqu'à la température de l'azote liquide et d'utiliser des matériaux semi-conducteurs à plus faible résistivité, sensibles dans le domaine de l'infrarouge.

L'introduction de l'élément 3 élimine l'éclairage de la couche 8 par la lumière de lecture. Il devient possible de réaliser l'enregistrement et la lecture sur une même longueur d'onde. Par ailleurs, on peut lire à l'aide de la lumière à laquelle est sensible la couche 8.

On peut également réaliser le convertisseur électro-optique conforme à l'invention suivant un mode de réalisation dans lequel l'élément 4 pour la formation de la charge en relief est réalisé sous la forme d'un tube à rayons cathodiques 10 (figure 2). Alors l'élément 3 séparant dans l'espace le tube 10 et l'élément 1 prévient l'échauffement de l'élément 1 et sa destruction. La disposition de l'élément 1 en dehors du vide permet d'améliorer la fiabilité de fonctionnement de tout le dispositif. D'autre part, il n'est plus nécessaire d'appliquer la plaque de l'élément 1 contre le corps du tube 10. La construction proposée permet d'installer l'élément 1 après le montage et l'évacuation (création de vide ou pompage) du tube 10.

Il convient de remarquer que dans les variantes décrites de réalisation du convertisseur électro-optique on peut utiliser en qualité d'élément 2 la surface polie en miroir 11 de l'élément 3, entrant en contact avec la surface de l'élément 1.

Le convertisseur d'image électronique, dans lequel l'élément 4 (figure 1) est réalisé sous la forme d'une couche à semi-conducteurs photosensible 8, fonctionne de la façon suivante. On applique une tension aux électrodes 9. Le signal d'enregistrement (l'image projetée sur la couche photosensible) s'accumule comme une charge en relief dans la couche 8. En présence d'un champ électrique, la charge en relief est transférée par l'élément 3 sur l'élément 1 et induit dans ce dernier un effet Pockels linéaire. Il faut remarquer que, du fait de sa faible épaisseur, le miroir diélectrique 6 se trouvant entre les éléments 3 et 1 n'empêche pas le transfert de la charge en relief.

Lorsque l'élément 4 pour la formation de la charge en relief au moyen d'un signal d'enregistrement est réalisé sous la forme d'un tube à rayons cathodiques 10 (figure 2), le signal d'enregistrement est un signal vidéo qui est appliqué à la cathode du tube à rayons cathodiques. La charge en

relief formée par le faisceau électronique est transférée par l'élément 3 sur l'élément 1 et induit dans ce dernier un effet Pockels, comme dans le cas précédent (la lecture s'effectue dans les deux cas de la même façon) ;

Le flux lumineux de lecture réfléchi par le miroir semi-transparent 12
5 (figure 3) pénètre à travers l'électrode transparente 9 dans l'élément 1 et est réfléchi par l'élément 2. Le flux lumineux réfléchi sortant de l'élément 1 est un flux modulé en polarisation grâce à l'effet Pockels. Puis ce flux passe à travers le miroir semi-transparent 12 et l'analyseur 13, dans lequel la modulation en polarisation est transformée en modulation en intensité.

10 La construction du convertisseur d'image électronique permet de séparer dans l'espace les fonctions d'enregistrement et de lecture. Ceci permet de réaliser la lecture par une lumière de n'importe quelle longueur d'onde. Le convertisseur électro-optique selon l'invention possède une sensibilité élevée, ce qui permet son utilisation pour l'amplification de faibles
15 signaux lumineux. D'autre part, la construction du dispositif proposé assure une haute fiabilité en service et simplifie sa technologie de fabrication.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de
réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple.
En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents
20 techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre des revendications qui suivent.

REVENDICATIONS

1. Convertisseur électro-optique, du type comportant, disposés successivement, un élément pour la modulation d'un flux lumineux de lecture, 5 un élément pour la réflexion du flux lumineux de lecture, un élément pour la formation d'une charge en relief au moyen d'un signal d'enregistrement, ainsi qu'un élément pour l'application d'un champ électrique aux éléments précités se trouvant en contact direct entre eux, caractérisé en ce qu'il comporte un élément pour le transfert de la charge en relief, ledit élément de 10 transfert séparant dans l'espace l'élément pour la reflexion du flux lumineux de lecture et l'élément pour la modulation du flux lumineux de lecture, d'avec l'élément de formation de la charge en relief au moyen d'un signal enregistreur, en étant disposé entre ledit élément de réflexion et ledit élément de formation de la charge en relief.
- 15 2. Convertisseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément pour le transfert de la charge en relief est réalisé sous la forme d'un élément à conductibilité anisotrope.
- 20 3. Convertisseur selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'élément à conductibilité anisotrope se présente sous la forme d'une plaque en matériau diélectrique, contenant des canaux conducteurs de courant disposés parallèlement à l'axe optique.

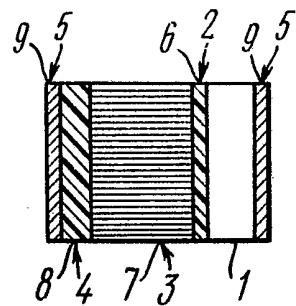


FIG. 1

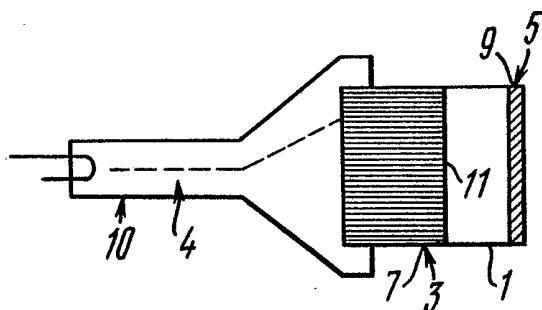


FIG. 2

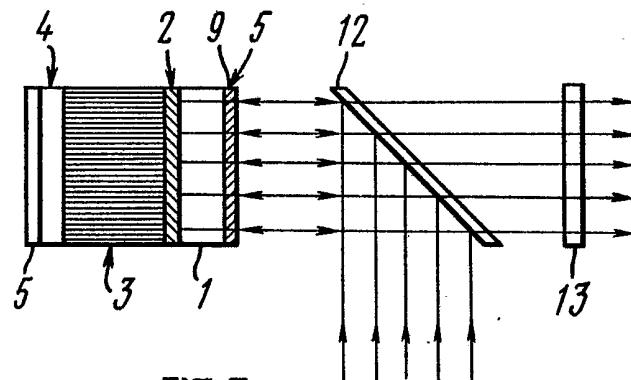


FIG. 3