HAL
open science

Mémoire optique par codage en longueur d'onde basée sur la photographie Lippmann.

Kevin Contreras, Gilles Pauliat, Carole Arnaud, Gérald Roosen

To cite this version:

Kevin Contreras, Gilles Pauliat, Carole Arnaud, Gérald Roosen. Mémoire optique par codage en longueur d'onde basée sur la photographie Lippmann.. Horizons de l'Optique 2009, Jul 2009, Lille, France. pp.166. hal-00554712

HAL Id: hal-00554712

https://hal-iogs.archives-ouvertes.fr/hal-00554712

Submitted on 11 Jan 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MEMOIRE OPTIQUE PAR CODAGE EN LONGUEUR D'ONDE BASEE SUR LA PHOTOGRAPHIE LIPPMANN

Kevin Contreras, Gilles Pauliat, Carole Arnaud et Gérald Roosen

[1] *Laboratoire Charles Fabry de l'Institut d'Optique, CNRS, Univ Paris Sud, Campus Polytechnique RD128, 91127 Palaiseau Cedex*

Kevin.Contreras@institutoptique.fr

RESUME

Nous présentons la conception et la mise en œuvre d'une mémoire optique en codage en longueur d'onde employant le principe de la photographie interférentielle de Lippmann. Dans cet article, nous décrivons la réalisation d'un montage d'enregistrement par pages de données dans un matériau photosensible et détaillons les résultats obtenus avec cette architecture. Finalement, nous discutons des principaux avantages de notre proposition et nous montrons que la capacité de stockage de l'ordre du TeraOctet est atteignable.

MOTS-CLEFS : *Photographie Lippmann ; codage en longueur d'onde ; mémoires optiques.*

1. INTRODUCTION

Le stockage holographique de données pour l'enregistrement en volume est un candidat prometteur pour la prochaine génération des disques optiques. De hautes capacités de stockage et de forts débits ont en effet déjà été démontrés [1]. Plusieurs configurations ont été développées sur le principe de l'holographie, mais peu d'attention a été portée sur l'architecture de Lippmann pour les mémoires optiques. Cette architecture combinée avec le codage en longueur d'onde présente un énorme potentiel pour l'enregistrement par pages de données [2] en offrant des capacités semblables à celles obtenables avec les configurations holographiques usuelles [3].

La photographie Lippmann [4] est basée sur le principe de l'enregistrement de réseaux complexes de Bragg dans le matériau photosensible, lequel est en contact avec un miroir. Le faisceau incident, porteur de l'image, et le faisceau réfléchi vont interférer dans le matériau et créer un réseau d'ondes stationnaires. Plusieurs réseaux sont ainsi enregistrés dans le même endroit pour chaque longueur d'onde incidente de l'objet. Ce principe a été employé afin de concevoir une architecture où une image, ou page de données, peut être enregistré pour chaque longueur d'onde, c'est-à-dire par codage en longueur d'onde [2,3,5]. Dans nos expériences, nous avons considéré un matériau photosensible dont l'épaisseur est supérieure à la profondeur du champ des images.

2. ARCHITECTURE DE LIPPMANN

Notre montage est construit en deux sous-ensembles. Le premier consiste en un système d'injection de la lumière dans une fibre optique avec le but de guider la lumière jusqu'à notre montage principal, où nous avons le système optique formant l'image de notre objet sur le plan du miroir en contact avec la plaque holographique. Comme plaque holographique nous utilisons l'émulsion Ultimate 08 [6] d'épaisseur 6 µm. La plaque holographique est mise sur un support pour la déplacer grâce aux deux actuateurs XY afin d'enregistrer plusieurs images côté à côté. À chaque emplacement, nous avons enregistré deux images à deux longueurs d'onde. La Fig. 1 montre le montage d'enregistrement et de lecture. L'information à coder est une mire de résolution USAF U.S. Air Force 1951X. Nous faisons subir une rotation à cette mire entre deux enregistrements

successifs pour différencier les images. Notre système optique est composé par un objectif de caméra et un objectif de microscope x40, avec une profondeur de champ de 2 µm. Avec l'aide du support piézoélectrique portant l'objectif de microscope nous pouvons focaliser l'image sur le plan du miroir. Le grandissement du système optique, entre la mire et le miroir, est 15X. Comme sources laser, nous utilisons une diode laser bleue avec une longueur d'onde de 475 nm et une largueur spectrale de 2 mm, et un laser vert à l'état solide pompé par diode laser (DPSS) à la longueur d'onde de 532 nm. Avant les enregistrements, les réglages sont effectués avec une diode laser rouge inactinique qui est injectée avec la même fibre qui sert aux deux autres longueurs d'onde..

Pour l'étape de lecture, on utilise le même système optique pour éclairer la plaque holographique développée avec une onde plane, en enlevant le miroir et la mire de résolution. Les images reconstruites par diffraction de l'onde plane sur les réseaux enregistrés sont lues par la matrice CCD.

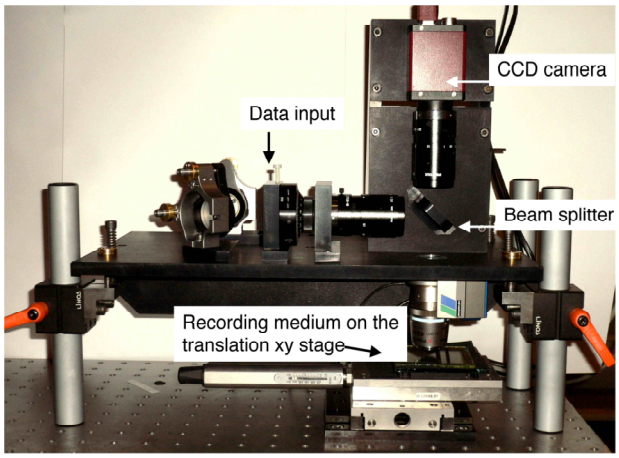

Fig. 1 : Photo du montage de l'architecture Lippmann pour l'enregistrement et la lecture des images.

3. RESULTATS EXPERIMENTAUX

Sur la Fig. 2, nous montrons les images enregistrées et relues aux deux longueurs d'onde au même endroit dans le matériau. La mire de résolution a été tournée entre les deux enregistrements. Les mires de résolution son lues sans ambiguïté, et l'efficacité de diffraction est autour de 75%. Les images restent un peu bruitées et le rapport signale sur bruit est encore améliorable. Le plus grand côté de l'image est de 480 µm et la résolution est de 0.5 µm. Ces résultats préliminaires valident notre proposition d'architecture.

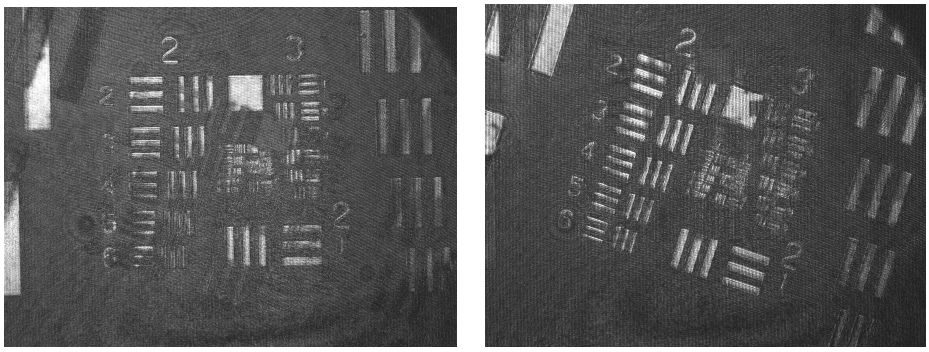

Fig. 2 : Images lues avec l'architecture de Lippmann pour les longueurs d'onde de 532 nm et de 473 nm.

4. DISCUSSION

Pour explorer la capacité de notre architecture avec le codage en longueur d'onde, nous avons déjà montré théoriquement qu'il est possible enregistrer plusieurs images et que la sélectivité en longueur d'onde est la même que celle des réseaux uniformes par réflexion [3]. La séparation minimale entre deux longueur d'onde successives est donc donnée par:

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{2ne} \tag{1}$$

Où n est l'indice de réfraction, e est l'épaisseur et λ la longueur d'onde d'enregistrement. Compte tenu des fortes résolutions spatiales déjà démontrées, cette forte sélectivité en longueur d'onde permet de multiplexer de nombreuses pages de données au même endroit dans le matériau.Des capacités de l'ordre de quelques TeraOctets sont ainsi accessibles [4]. Les résultats de la Fig.3 montrent le spectre de transmission de deux enregistrements superposés dans nos plaques dont l'épaisseur de l'émulsion est de 6 μm : les deux enregistrements sont parfaitement séparés.

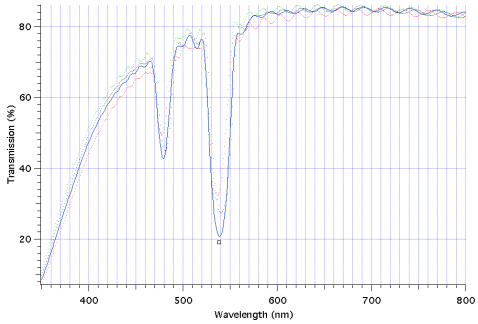

Fig. 3 : Spectres de transmission pour la plaque holographique avec un rétreint faible pour les deux longueurs d'onde 532 nm et 473 nm.

CONCLUSION

Nous avons démontré expérimentalement l'enregistrement de deux pages de données par codage en longueur d'onde avec l'architecture Lippmann. La résolution des images enregistrées et relues est juste limitée par l'ouverture numérique du système optique et la sélectivité en longueur d'onde est identique à celles des réseaux uniformes. L'emploi d'une source accordable sur une plage d'une dizaine de nanomètres et d'un matériau épais d'un ou deux millimètres devrait permettre d'atteindre des capacités de l'ordre du TeraOctet sur un disque de 12 cm de diamètre. Cette architecture présente également d'autres avantages significatifs : sa compacité, de ne pas nécessiter une source de lumière de très grande cohérence temporelle, et la possibilité de répliquer les informations par copie contact ainsi que cela est fait avec les photographies Lippmann ou les hologrammes de Denisyuk.

RÉFÉRENCES

[1] H. Coufald, D. Psaltis and G.T. Sincerbox Eds. Holographic Data Storage in Springer Series in Optical Sciences, Springer-Verlag, 2000.

[2] H. Fleisher, P. Pengelly, J. Reynolds, R. Schools and G. Sincerbox. An optically accessed memory using the Lippmann process for information storage, Optical and Electro-Optical Information Processing, MIT Press, 1965.

[3] K. Contreras, G. Pauliat, C. Arnaud, G. Roosen. Application of Lippmann interference photography to data storage. J. Europ. Opt. Soc. Rap. Public. Vol. 3, 08020, 2008.

[4] G. Lippmann, La photographie en couleur C.R. Hebd. Acad. Sci. 112, 274-275, 1895.

[5] F. Guattari, G. Maire, K. Contreras, C. Arnaud, G. Pauliat, G. Roosen, S. Jradi and C. Carré. Balanced homodyne detection of Bragg microhologramms in photopolymers for data storage, Opt. Exp. 15, 2234-2243, 2007.

[6] voir http://www.ultimate-holography.com