



**HAL**  
open science

## Performances d'une cavité Fabry-Pérot réalisée par faisceau d'ions focalisés

Kamal Ghoumid, Chafia Benmouhoub, Richard Ferriere, Badr-Eddine Benkelfat, Gwenn Ulliac, Roland Salut, Tijani Gharbi

► **To cite this version:**

Kamal Ghoumid, Chafia Benmouhoub, Richard Ferriere, Badr-Eddine Benkelfat, Gwenn Ulliac, et al.. Performances d'une cavité Fabry-Pérot réalisée par faisceau d'ions focalisés. JNOG 2010: 29e Journées Nationales d'Optique Guidée, Oct 2010, Besançon, France. pp.69 - 71. hal-01355082

**HAL Id: hal-01355082**

**<https://hal.science/hal-01355082>**

Submitted on 22 Aug 2016

**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.

# PERFORMANCES D'UNE CAVITÉ FABRY-PÉROT RÉALISÉE PAR FAISCEAU

## D'IONS FOCALISÉS

**Kamal Ghoumid<sup>1</sup>, Chafia Benmouhoub<sup>1</sup>, Richard Ferriere<sup>1</sup>, B.-E Benkelfat<sup>2</sup>, Gwenn Ulliac<sup>1</sup>, Roland Salut<sup>1</sup>, et Tijani Gharbi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut FEMTO-ST, Université de Franche-Comté, CNRS UMR 6174, F-25030 Besançon, France

<sup>2</sup> Institut Telecom Optics, Telecom & Management Sud-Paris, Samovar, CNRS UMR 5157, 91011 Evry Cedex, France

kamal.ghoumid@univ-fcomte.fr

### RÉSUMÉ

L'objectif du présent article est de démontrer l'efficacité de la technique de gravure par faisceau d'ion focalisé FIB (Focused Ion Beam) dans l'élaboration d'une cavité Fabry-Pérot, constituée essentiellement de deux réseaux de Bragg (RBs) gravés à la surface d'un guide d'onde optique. Après réalisation, la cavité a été caractérisée sur un banc de mesure approprié. La courbe de transmittance obtenue correspond bien à la courbe de la fonction de transfert relative à une cavité Fabry-Pérot.

**MOTS-CLEFS :** Réseau de Bragg; Cavité Fabry-Perot; Guide d'onde; LiNbO<sub>3</sub>.

### 1. INTRODUCTION

L'avènement de la technologie dite nano-photonique est entrain de repousser les limites de la miniaturisation jusqu'à des échelles inférieures à la longueur d'onde. C'est un domaine de recherches en plein essor aux applications prometteuses sur des matériaux tels que le niobate de lithium (LiNbO<sub>3</sub>), pour la création des circuits intégrés dédiés aux domaines des télécommunications optiques, de la biophotonique etc...

L'une des structures de base de l'optique intégrée omniprésente dans tous ces domaines est la cavité résonnante de Fabry-Pérot (FP). Cette structure nécessite deux réflecteurs parallèles espacés entre eux d'une certaine distance  $l_c$  définissant la longueur de la cavité. Elle est généralement réalisée grâce à des techniques, à savoir des miroirs métalliques, des dépôts de multicouches où bien par inscription de réseaux de Bragg sur des structures guidantes telles que les fibres optiques et les guides d'onde planaires [1].

Dans ce travail nous nous sommes intéressés à l'inscription directe des RBs sur des guides d'onde diffusés Ti:LiNbO<sub>3</sub> par la technique FIB. L'usage de cette technique est dû aux résultats satisfaisants obtenus, auparavant [2, 3, 4], pour la conception d'un seul réseau de Bragg. Sachant que l'avantage essentiel de cette technique est qu'elle ne nécessite pas, contrairement aux autres méthodes de gravure connues, de passer par une étape de photolithographie. En plus, elle permet de réaliser des structures périodiques ou non dont les dimensions peuvent être inférieures à 100 nm.

### 2. ÉTAPES DE FABRICATION

La structure guidante sur laquelle nous avons gravé les deux réseaux est un guide d'onde monomode à 1550 nm. Ce guide a été réalisé sur un cristal de niobate de lithium de type coupe-X, propagation-Y, par diffusion thermique d'une couche métallique de titane. Cette couche a une épaisseur de 80 nm et une largeur de 7  $\mu$ m. la diffusion s'est faite à une température de 1020°C pendant une durée de 9 h.

Les deux RBs dont la période est  $\Lambda = 1,05 \mu$ m sont similaires et par conséquent ils ont le même nombre de périodes  $N=140$ . L'un a été gravé à une profondeur  $l_1=2,6 \mu$ m et l'autre à  $l_2=2,7 \mu$ m. La longueur de la cavité est  $l_c=500 \mu$ m.

Pour notre fabrication nous avons utilisé Le FIB Orsay Physics Canon 31 / LEO 4400. Il utilise un faisceau d'ions de Gallium  $\text{Ga}^+$ , qui, après accélération entre en collision avec la surface de l'échantillon à graver. Si l'énergie transférée à un atome cible dépasse une valeur critique appelée énergie de déplacement, l'atome sera éjecté hors de son emplacement original et peut être émis hors du solide. Ainsi les ions  $\text{Ga}^+$  sont concentrés sur l'échantillon en suivant le modèle voulu. La quantité de matériau enlevée dépend du dosage. L'énergie de déplacement (de l'ordre de 30eV) est beaucoup plus grande que l'énergie de liaison des atomes.

Un autre avantage du FIB est qu'il existe toujours une possibilité de visualiser l'échantillon usiné par microscopie électronique à balayage, avec une détection d'électrons secondaires, Fig. 1.

La Fig. 1 illustre une image prise par microscopie électronique de la cavité FP.

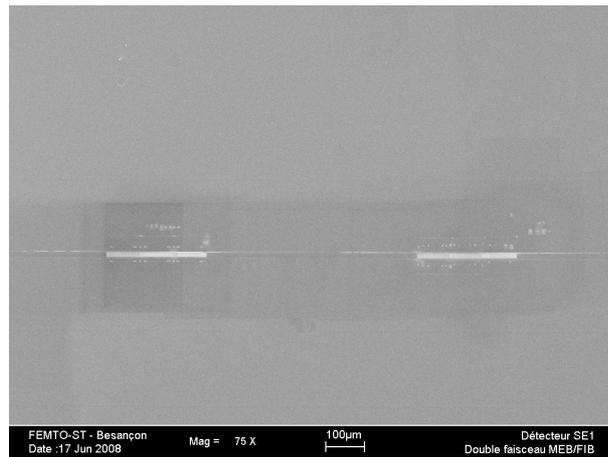


Fig. 1 : Image MEB de la cavité Fabry-Pérot.

### 3. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Pour mesurer la transmittance  $T(\lambda)$  de la cavité résonnante, nous avons fait appel au montage expérimental schématisé dans la Fig. 2. Il comprend une source discrète, un système de focalisation, un polariseur pour séparer les deux polarisations TE/TM et un analyseur de spectre optique (OSA).

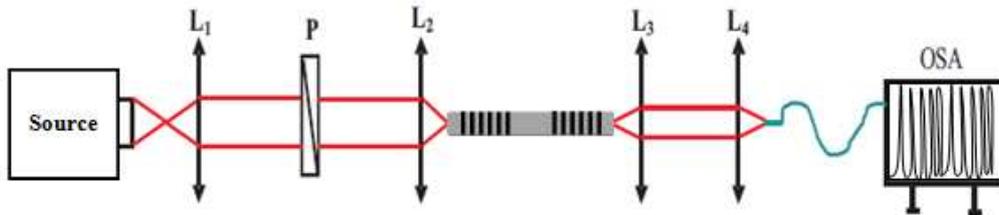


Fig. 2 : Montage expérimental: mesure de la  $T(\lambda)$

La Fig. 3 illustre la transmission mesurée de la cavité résonnante en fonction de la longueur d'onde. Sur cette figure, 31 pics sont obtenus expérimentalement dans une gamme de longueurs d'ondes allant de 1506 nm à 1548 nm. Chaque pic a une largeur à mi-hauteur  $\Delta\nu = 0.20$  nm. La finesse est  $F = 9$  et un l'intervalle spectral libre est  $\text{FSR} = 1.75$  nm.

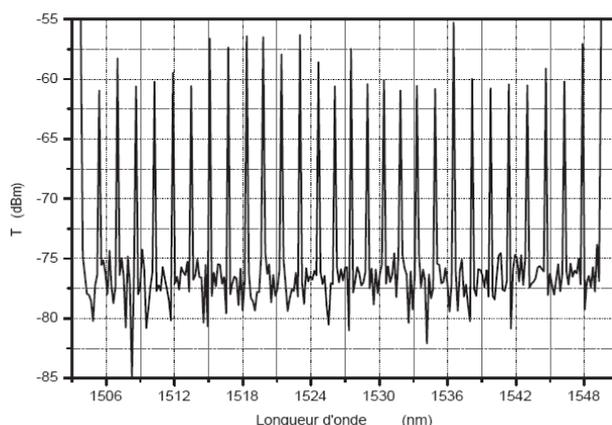


Fig. 3 : Réponse spectrale mesurée de la cavité Fabry-Pérot.

Les résultats expérimentaux obtenus suite à la caractérisation de cavité Fabry-Pérot, sont en bon accord avec les résultats théoriques effectués cités dans la littérature [5].

#### 4. CONCLUSION

La fonctionnalité d'une cavité Fabry-Pérot réalisée sur un guide d'onde diffusé Ti:LiNbO<sub>3</sub> grâce à la technique de gravure FIB a été démontrée. Dans ce travail nous avons obtenu une finesse F de l'ordre de 9 que l'on peut améliorer soit, en diminuant la longueur de la cavité, soit en envisageant deux cavités en cascade, créant ainsi l'effet Vernier.

#### RÉFÉRENCES

- [1] R. SALVIK, S. DOUCET et S. LAROCHELLE, 'High-performance All-fiber Fabry-Perot Filters with Superimposed Chirped Bragg Gratings' J. of Lightwave Technology, vol. 21, N 4, pp. 1059-1065, janv 2003
- [2] K. GHOUMID, R. FERRIERE, B.-E BENKELFAT, G.ULLIAC, R. SALUT et N. BENSADRINE. 'Fabrication de réseaux de Bragg par faisceaux d'ions Focalisés' 27<sup>ème</sup> Journées Nationales d'Optique Guidée, Lannion - France, Octobre 2008.
- [3] R. FERRIERE, B.-E BENKELFAT, J. -M. DUDLEY, and K. GHOUMID. 'Bragg mirror inscription on LiNbO<sub>3</sub> waveguides by index microstructuration' Applied Optics. Vol. 45, No. 15, pp. 3553-3560, May 2006.
- [4] R. FERRIERE, B.-E BENKELFAT, K. GHOUMID and M. MOSTEFA. 'Microstructuration of LiNbO<sub>3</sub> waveguides' (Invited paper), International Workshop on Lithium Niobate from material to device, from device to system, Metz – France, 23-25 may 2005, pp. 29-39.
- [5] K. GHOUMID 'Conception et realization par Focused Ion Beam de dispositifs en optique intégrée sur niobate de lithium : Réseaux de Bragg, Cavités Résonantes, Coupleurs Sélectifs' Thèse en sciences pour l'ingénieur soutenue à l'université de Franche-Comté de Besançon en Nov 2008.