HAL open science

Réalisation de micro résonateurs intégrés en polymère et de fonctions associées

Azar Maalouf, Michel Gadonna, Olivier Castany, Kedar Sathaye, Laurent Dupont, Dominique Bosc

To cite this version:

Azar Maalouf, Michel Gadonna, Olivier Castany, Kedar Sathaye, Laurent Dupont, et al.. Réalisation de micro résonateurs intégrés en polymère et de fonctions associées. Séminaire PONANT 2010, Jul 2010, Rennes, France. pp.24-26. hal-00502913

HAL Id: hal-00502913

https://hal.science/hal-00502913

Submitted on 21 May 2015

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.

REALISATION DE MICRO RESONATEURS INTEGRES EN POLYMERE ET DE FONCTIONS ASSOCIEES

Azar Maalouf[‡1,2], **Michel Gadonna**[‡1,2], **Olivier Castany**[‡1,3], **Kedar Sathaye**[‡1,3], **Laurent Dupont**[‡1,3], **Dominique Bosc**[†1,2]

[1] Université Européenne de Bretagne, Enssat[†], Telecom Bretagne[‡], 35000 Rennes
[2] CNRS, UMR 6082 Foton, CCLO, Enssat, BP 80518, 22305 Lannion cedex
[3] CNRS, UMR 6082 Foton, Telecom Bretagne, CS 83818, 29238 Brest Cedex 3
azar.maalouf@telecom-bretagne.eu

RESUME

Les micro-résonateurs intégrés peuvent permettre de faire des fonctions miniaturisées très intéressantes de par leur grande sensibilité et leur petite taille. Nous montrerons quelques résultats et des fonctions qui sont envisagées au CCLO avec des micro-résonateurs intégrés en polymère permettant notamment d'obtenir d'excellentes caractéristiques de filtrage.

MOTS-CLEFS : *Fonctions optiques intégrées ; Polymères ; Microrésonateurs ; Cristal liquide.*

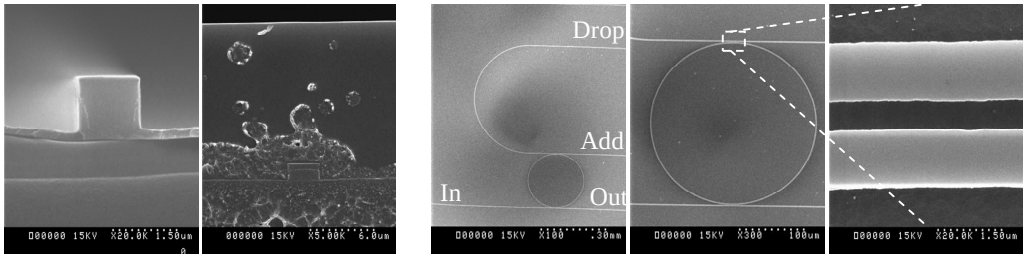
1. INTRODUCTION

Le CCLO s'est orienté dès ses débuts en optique intégrée vers l'exploitation de polymères qui présentent une grande variété de propriétés physiques et optiques [1] (transparence dans le proche IR, large choix d'indice de réfraction et non-linéarités importantes). Leurs propriétés thermiques (ainsi pour le PMMA le coefficient thermo-optique de (-10^{-4}/K) est très différent par exemple de celui de la silice ($0{,}8.10^{-6}$/K). La première partie de ce papier concernera la réalisation et la caractérisation optique et thermo-optique de filtres en longueurs d'ondes à base de micro-résonateurs. Dans la deuxième partie un exemple d'application dans le cadre du projet ANR Selectaccess sera présenté.

2. REALISATION

Dans cette étude, les micro-résonateurs ont été réalisés en utilisant le PMATRIFE (Poly(2,2,2 MethAcrylate of TRIFluoro-Ethyle)) comme polymère de gaine (n = 1,409) et le PVCi poly(Vinyl Cinnamate) comme polymère de cœur (n = 1,554). Les polymères sont déposés à la tournette et les motifs sont réalisés par photolithographie standard (365 nm) et gravure RIE (Reactive Ion Etching). Parmi les difficultés rencontrées citons les défauts particuliers en forme de rides [2] qui peuvent apparaitre pendant le procédé de réalisation. Ces défauts ont été étudiés et éliminés grâce à des traitements thermiques spécifiques. Le deuxième point important est l'amélioration de la résolution de la photolithographie utilisée dont la limite, dans des conditions normales d'utilisation est près du micromètre. Dans nos différentes études sur les microrésonateurs certains motifs doivent avoir des dimensions submicroniques pour atteindre les performances souhaitées optiquement. Ce point a été résolu par l'utilisation de deux couches de masquage pour la gravure des polymères [3].

Sur la Fig. 1 sont représentées des photos MEB des structures réalisées avec le couple PVCi/PMATRIFE. Ces photos montrent une bonne définition et une bonne résolution des motifs gravés.

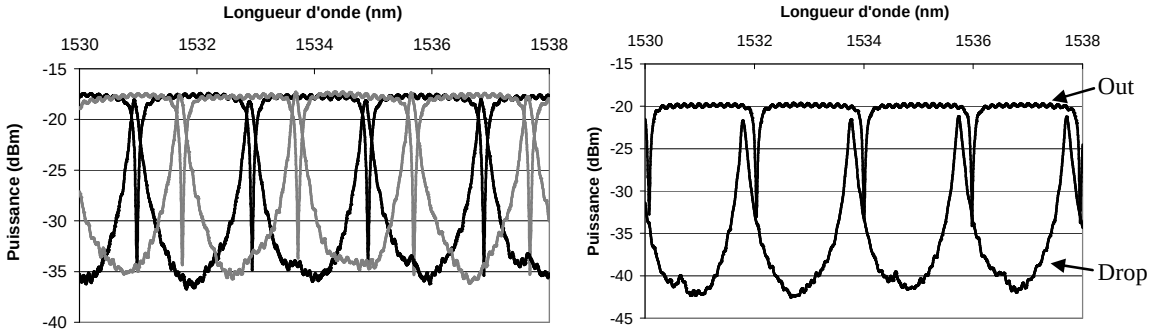


(a) (b)

Fig. 1 : Photo MEB des structures PVCi/PMATRIFE réalisées. (a) vu sur la tranche avant (gauche) et après (droite) dépôt du polymère de gaine supérieure. (b) vu de dessus d'un micro-résonateur avec un agrandissement sur un gap mesuré de 0,6 µm.

3. CARACTERISATIONS OPTIQUES

Les caractérisations optiques des circuits réalisés ont été examinées aussi en fonction de la température. Les mesures ont été effectuées à l'aide d'une source accordable et d'un radiomètre (Agilent). Leurs spectres, présentés en Fig.2 ont été mesurés sur des micro-résonateurs identiques à ceux de la Fig. 1. L'injection est faite sur l'entrée "In" et les mesures en sortie "Out" et "Drop". Notons que la sortie "Drop" sert à récupérer la longueur d'onde de résonance dans l'anneau. Sur la Fig. 2(a), les polarisations TE (noir) et TM (gris) sont montrées. Ce qui montre une très grande sensibilité de ces fonctions à la polarisation. Par ailleurs, la Fig. 2(b), montre un décalage entre les pics mesurés sur la sortie "Out" et la sortie "Drop". Ceci est dû à une légère variation de la température de la pièce d'environ 0,5 °C. Cette mesure met en avant la très grande sensibilité à la température de ces structures polymères.



(a) (b)

Fig. 2 : Spectres mesurées sur les sorties "Out" et "Drop" de micro-résonateurs de rayon de courbure R = 120 µm. (a) Espacement entre guide et anneau : 0,7 µm. (b) espacement entre guide et anneau : 0,8 µm.

Pour les structures étudiées ici, l'évolution de la longueur d'onde de résonance λ_r en fonction de la température a été déterminée à, $d\lambda_r/dT \approx -0{,}11$ nm.K^{-1}. Notons que la valeur $d\lambda_r/dT$ a été obtenue en utilisant une cellule Peltier sur laquelle était posé l'échantillon.

4. FILTRE ACCORDABLE INSENSIBLE A LA POLARISATION

Dans le cadre du projet ANR Selectaccess dont l'objectif est la réalisation de filtres accordables pour le réseau d'accès, les micro-résonateurs réalisés par Foton CCLO sont intégrés dans une structure plus complexe pour la réalisation de filtres accordables en température avec une séparation des deux polarisations TE et TM en entrée et recombinaison de ces deux polarisations en sortie tel que le montre la Fig. 3. La stabilisation de la température sera faite à l'aide d'une cellule Peltier collée sur le dessous de l'échantillon et le contrôle de la température sera effectué à l'aide d'électrodes en or déposées au dessus des micro-résonateurs comme le montre la Fig. 4(b). Cette structure est en cours de caractérisation. La partie "séparateur de polarisation" est étudiée en collaboration avec FOTON Télécom Bretagne. Le séparateur de polarisation est réalisé avec un polymère cristal liquide, le RMS 01-003-C de Merck (Fig. 4(a)). Notons que la solution "réaliser l'ensemble avec le polymère cristal liquide" est en cours d'étude.

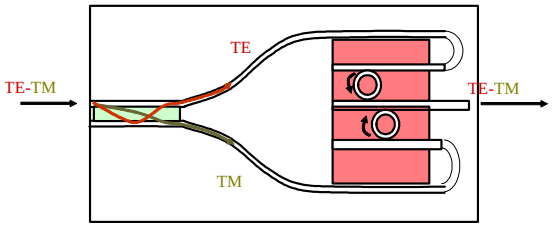
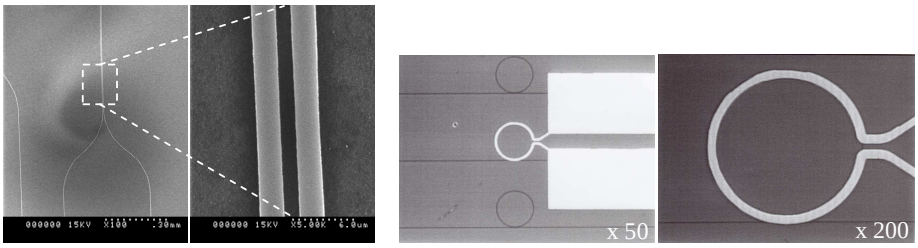


Fig. 3 : Schéma du filtre accordable.



(a) (b)

Fig. 4 : (a) Photos MEB d'un coupleur/séparateur de polarisation. (b) photos au microscope optique d'une électrode en or déposée au dessus de la gaine supérieure

CONCLUSION

Dans ce papier, nous avons montré les très bonnes performances optiques des filtres en anneaux réalisés. Ainsi, le taux d'extinction entre canaux est environ de 20 dB, les pertes optiques dans les structures réalisées sont de 2 dB.cm^{-1}, la finesse est entre 10 et 30 et l'intervalle spectral libre de 1,97 nm. Ces valeurs correspondent à celles souhaitées en amont pour ces structures. Ceci a pu être atteint grâce à des études de fonds menées sur les différentes étapes de la réalisation. Par ailleurs, l'aboutissement du projet Selectaccess permettra au CCLO d'élargir sa maitrise dans la conception, la réalisation et la caractérisation de fonctions optiques intégrée en polymère et ouvrira la voie à la réalisation de diverses fonctions.

RÉFÉRENCES

[1] B. Boutevin, D. Bosc, A. Rousseau, "Transparent Polymers for optical applications" dans "Desk References of Functional Polymers". Edit. R. ARSHADY, American Chemical Society, pp 489-503, (1997).

[2] D. Bosc, A. Maalouf, S. Haesaert, F. Henrio, "Investigation into defects occurring on the polymer surface during the photolithography process", Applied Surface Science, Vol. 253, pp. 6162-6164, 2007.

[3] A. Maalouf, M. Gadonna, D. Bosc, "An improvement in standard photolithography resolution based on Kirchhoff diffraction studies", Journal of Physics D: Applied Physics, Vol. 42 n° 1, réf. 015106 (11p), 2009.