



HAL
open science

Matériaux polymères pour l'optique

Christiane Carré

► **To cite this version:**

Christiane Carré. Matériaux polymères pour l'optique . OMNT (Observatoire des Micro- et Nano-Technologies). Micro et Nanotechnologies : Avancées, tendances et perspectives (Veille stratégique : Synthèse de l'année 2011 ; Thématique "Matériaux et composants pour l'optique), , pp.183-184, 2012. hal-01149916

HAL Id: hal-01149916

<https://hal.science/hal-01149916v1>

Submitted on 12 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.

Matériaux polymères pour l'optique

Christiane CARRE

UMR FOTON, CNRS, Université de Rennes 1, ENSSAT, 6 rue de Kerampont, CS 80518, 22305 Lannion

Concernant les matériaux polymères destinés à la création de composants optiques réfractifs, diffractifs ou pour l'optique guidée, leur mise en œuvre est toujours un sujet de recherche actuel, même si cela est l'objet de nombreuses publications depuis plus de vingt ans. Dans ce domaine, différents articles de revues sur les techniques de nano- et micro-structuration des polymères [1,2] ont été publiés au cours de l'année 2011 et viennent compléter ceux proposés précédemment dans le domaine des nanotechnologies [3].

Ainsi, l'équipe du Prof. G.J.Vancso et celle du Prof. J. Huskens de l'Université de Twente (Pays-Bas) [1] mettent en avant les limites des techniques conventionnelles de photolithographie (problèmes engendrés par l'utilisation de substrats non plans, difficultés d'utilisation lorsque de grandes surfaces doivent être structurées en une seule étape, problème des coûts de mise en œuvre, en particulier pour la production de composants en petites séries). Afin d'y remédier, le passage par des étapes d'embossage, de moulage ou d'estampage (Fig. X) est une solution élégante permettant d'accéder à des procédés plus simples à mettre en jeu et moins coûteux que ceux reposant, par exemple, sur la gravure ionique ou la lithographie par faisceau d'électrons.

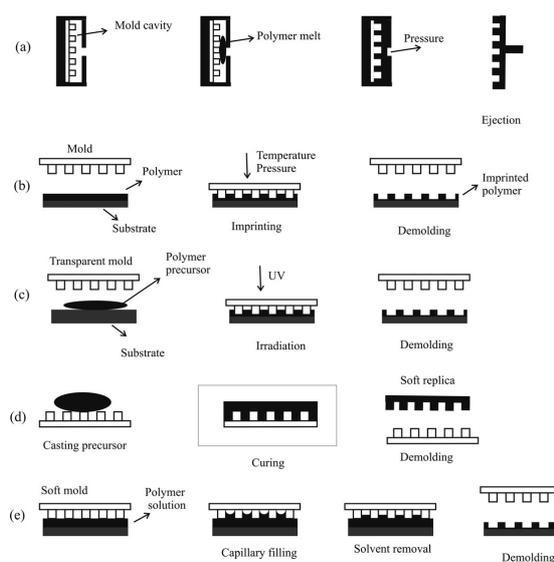


Figure 1 : Différents procédés lithographiques pouvant être mis à profit pour créer des nano- ou microstructures polymères. (a) Moulage par injection, (b) embossage à chaud (lithographie par nanoimpression (NIL)), (c) UV-NIL, (d) lithographie douce, (e) moulage d'un polymère en présence d'un solvant [3].

Polymères mis en oeuvre

Aujourd'hui, divers matériaux sont commercialement disponibles et mis à profit. En dehors des photorésines de type Shipley qui sont toujours d'actualité, peuvent être cités les différents polymères commercialisés par Micro Resist Technology GmbH (Allemagne) [4] (polymères pour la nanoimpression par voie thermique ou par UV-curing, matériaux sol-gel hybrides de la famille des Ormocer®s...) ou par Microchem (USA) [5] (résines de type époxy SU8,

PMMA), ainsi que le polyméthylsiloxane (PDMS) qui est un élastomère utilisé par exemple pour la fabrication de moules ou de tampons [6].

Lors des opérations de moulage, les matériaux et leurs procédés de mise en œuvre doivent permettre d'accéder à des états de surface de très haute qualité puisque des rugosités de surface inférieure à la dizaine de nanomètres peuvent être requis. Cela est en particulier le cas pour la réplique finale qui peut nécessiter le passage par plusieurs étapes successives de démoulage, ce qui sous-entend une optimisation très pointue :

- de la couche anti-adhérente intervenant entre les deux matériaux, pour ne pas générer de stress en surface lors de la séparation du moule et de sa réplique,
- du traitement de surface de chaque substrat afin au contraire d'y favoriser l'adhésion du matériau correspondant, pour éviter tout décollement à ce niveau.

Exemple de procédé de fabrication passant par un moulage

Ces techniques de moulage sont par exemple mise à profit pour la création de guides optiques polymères. Ainsi, le procédé proposé par des groupes de recherche de l'Université d'Oulu (Finlande) est simple à mettre en œuvre et ne nécessite pas d'étape de gravure [7]. L'étape suivante du travail présenté étant de réduire les pertes intrinsèques et extrinsèques caractérisant les matériaux choisis, les auteurs proposent d'essayer un traitement de surface pour améliorer les propriétés de guidage. Mais, lors de la juxtaposition du cœur et de la gaine du guide, ne pourrait-on pas avoir création d'une zone d'inter-diffusion des chaînes polymères ? Cela correspondrait du point de vue optique à l'existence d'un profil d'indice de réfraction à l'interface entre les deux matériaux autre qu'une marche d'escalier. Pour y répondre, une étude à l'échelle nanométrique de cette interface serait nécessaire et pourrait être effectuée par spectroscopie ellipsométrique [8], technique de caractérisation optique non destructive permettant de travailler in situ et de grande sensibilité.

Références :

- 1- "Polymers in conventional and alternative lithography for the fabrication of nanostructures" ; C. Acikgoz, M.A. Hempenius, J. Huskens, G.J. Vancso : **European Polymer Journal** **47**, 2033 (2011).
- 2- "Optically pumped planar waveguide lasers, Part I: Fundamentals and Fabrication techniques" ; C. Grivas : **Progress in Quantum Electronics** **35**, 159 (2011)
- 3- "New Approaches to Nanofabrication: Molding, Printing, and Other Techniques" ; B.D. Gates, Q. Xu, M. Stewart, D. Ryan, C.G. Willson, G.M. Whitesides : **Chemical Review** **105**, 1171 (2005).
- 4- http://www.microresist.de/products/products_en.htm
- 5- <http://www.microchem.com/Prod-LithographyOverviewPosNeg.htm>
- 6- "Pattern formation on polymer resist by solvent-assisted nanoimprinting with PDMS mold as a solvent transport medium" ; K.L.Lai, M.H.Hon, I.C. Leu : **Journal of Micromechanics and Microengineering** **21**, 075013 (2011)
- 7- OMNT, Matériaux et composants pour l'optique 45, Opto45-Dec11, tiré de :
"Fabrication of optical inverted-rib waveguides using UV-imprinting", M. Wang, J. Hiltunen, S. Uusitalo, J. Puustinen, J. Lappalainen, P. Karioja, R. Myllylä : **Microelectronic Engineering** **88**, 175 (2011).
- 8- "Multiple glass transition temperatures of polymer thin films as probed by multi-wavelength ellipsometry" ; A.E. Ouakili, G. Vignaud, E. Balnois, J.F. Bardeau, Y. Grohens : **Thin Solid Films** **519**, 2031 (2011).

"Matériaux polymères pour l'optique" dans la thématique "Matériaux et composants pour l'optique", Veille stratégique de l'Observatoire des Micro- et Nano-Technologies : Synthèse de l'année 2011 (éditée par l'OMNT, <http://www.omnt.fr>), 183-84 (2012)