

Réalisation de structures optiques verticales en verres de chalcogénure pour des applications dans le proche et moyen infrarouge

Petr Nemec, Joël Charrier, Radwan Chahal, Michel Cathelinaud, M. Allix, Jean-Luc Adam, Virginie Nazabal

▶ **To cite this version:**

Petr Nemec, Joël Charrier, Radwan Chahal, Michel Cathelinaud, M. Allix, et al.. Réalisation de structures optiques verticales en verres de chalcogénure pour des applications dans le proche et moyen infrarouge. 32è Journées Nationales d'Optique Guidée (JNOG 2013), Jul 2013, Paris, France. pp.113. hal-00939373

HAL Id: hal-00939373
https://hal.science/hal-00939373

Submitted on 30 Jan 2014

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.

Réalisation de structures optiques verticales en verres de chalcogénure pour des applications dans le proche et moyen infrarouge

P. NĚMEC[1], J. CHARRIER[2], R. CHAHAL[5], M. CATHELINAUD[3], M. ALLIX[4], J.-L. ADAM[5], ET V. NAZABAL[5]

[1] Department of Graphic Arts and Photophysics, Faculty of Chemical Technology, University of Pardubice, Studentská 573, 53210 Pardubice, Czech Republic
[2]FOTON, UMR CNRS 6082, Enssat, 6 rue de Kerampont, BP 80518, 22305 Lannion, France
[3]Missions des Ressources et Compétences Technologiques, UPS CNRS 2274, 92195 Meudon, France
[4]CEMHTI-CNRS, Site Haute Température, Orléans, France
[5]Equipe Verres et Céramiques, UMR-CNRS 6226, Sciences Chimiques de Rennes (SCR), Université de Rennes 1, 35042 Rennes Cedex, France

joel.charrier@univ-rennes1.fr

RÉSUMÉ

Des structures verticales que sont des miroirs de Bragg et des microcavités ont été élaborées en verres de chalcogénure. Une étude préliminaire a permis d'étudier l'indice de réfraction des différentes couches de verres massifs de chalcogénure ainsi que la vitesse de formation de ces couches déposées par PLD. L'objectif de ce travail est de réaliser des microcavités actives en dopant la couche séparatrice par des ions Erbium émettant à 1,53 et à 4,65 µm.

MOTS-CLEFS : *miroir de Bragg ; microcavité ; verres de chalcogénure*

1. INTRODUCTION

Les verres de chalcogénure, de par leur transmission dans le moyen infrarouge et leurs faibles pertes optiques (moins de 1 dB/cm dans le proche infrarouge) possèdent beaucoup d'atouts pour faire des dispositifs en optique intégrée [1].
Par ailleurs, les marchés de l'industrie « laser » et des capteurs progressent régulièrement ces dernières années et ses perspectives sont prometteuses en termes d'innovation et d'applications notamment dans les domaines sociétaux tel que l'environnement, la santé… Le domaine du moyen infra-rouge, qui correspond spectralement à l'intervalle de longueurs d'onde comprises entre 3 et 25 µm, couvre les importantes fenêtres atmosphériques de 3 à 5 µm et de 8 à 12 µm, et les signatures spectrales de nombreux gaz, liquides, solides et molécules organiques. Ainsi, à la fois des sources laser discrètes ou larges, dans le moyen infrarouge suscitent un grand intérêt notamment pour la spectroscopie en temps réel, ou pour la mesure à distance... L'une des clés est notamment le développement de capteurs avec des sources intégrées dans le m-IR performantes pour développer les capteurs optiques à ces longueurs d'onde [2, 3].

Dans ce travail, nous présentons l'élaboration de miroirs de Bragg et de microcavités en verres de chalcogénures déposés par PLD et notamment la réalisation de microcavités actives en dopant la couche séparant les deux miroirs par des ions Erbium. L'évolution de l'indice de réfraction et la vitesse de formation des différentes couches en verre sont décrites. Les dispositifs optiques sont ensuite caractérisés en obtenant leurs spectres de réflectance qui sont comparés à ceux expérimentaux [4].

2. CONDITIONS EXPERIMENTALES ET DISCUSSIONS

Différentes monocouches ont d'abord été réalisés par PLD (Pulsed Laser Deposition) afin d'étudier l'évolution de leur indice de réfraction par ellipsométrie spectroscopique (Figure 1) et leur vitesse de formation. Les compositions des verres massifs de chalcogénure étudiés sont les suivantes : $Ge_{25}Sb_5S_{70}$, $Ga_5Ge_{20}Sb_{10}S_{65}$ (dopé avec 5000 ppm d'Er^{3+}), $As_{40}Se_{60}$, $Ga_{10}Ge_{15}Te_{75}$ ainsi que des couches de mullite .

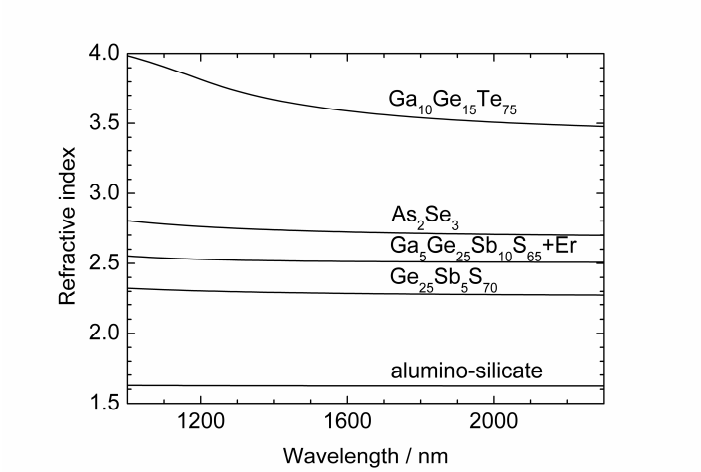


Fig. 1 : Evolution de l'indice de réfraction de différentes couches de chalcogénure et de la couche de mullite

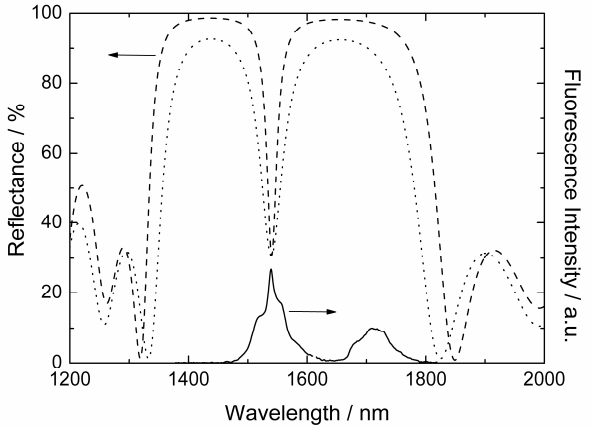


Fig. 2 : Spectres de réflectance théoriques d'une microcavité verticale constituée d'une couche séparatrice de $Ga_5Ge_{20}Sb_{10}S_{65}$ (dopée avec 5000 ppm d'Er^{3+}) entourée par deux miroirs constitués de différents nombres de motifs : $As_{40}Se_{60}$-$Ge_{25}Sb_5S_{70}$.

Ensuite à partir de ces études, les spectres théoriques de réflectance ont été calculés analytiquement à partir d'un formalisme matriciel pour obtenir la structure optique souhaitée à partir de ces verres. Nous avons choisi la réalisation de miroirs de Bragg centrés à 1550 nm ou de microcavités actives dopées par des ions Erbium également centrées à 1550 nm comme le montre la figure 2 en paramétrant les spectres théoriques par le nombre de motifs constituant les miroirs influençant ainsi la réflectance maximale.

Les figures 3 montrent les vues de profils des structures verticales réalisées obtenues par MEB et MET. Les motifs sont bien visibles et la micrographie obtenue par MET révèle bien la netteté des interfaces entre les différentes couches montrant ainsi la bonne qualité des couches élaborées et leur très faible rugosité.

Le spectre expérimental obtenu (Figure 3) semble en accord avec celui théorique mais révèle une légère déviation vers les plus faibles longueurs d'onde. Ceci est certainement dû à une légère

déviation de l'homogénéité de l'indice de réfraction des couches de chalcogénure lors de la répétition des motifs.

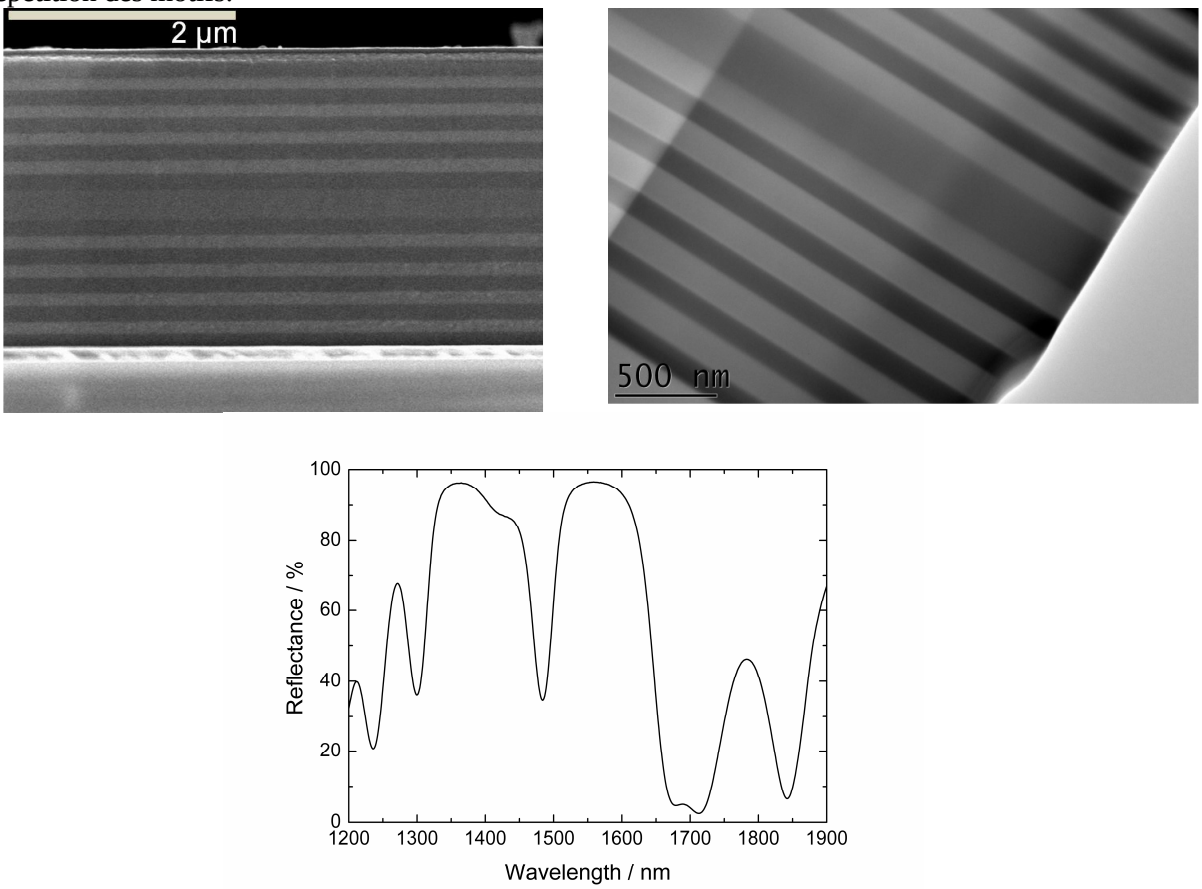


Fig 3 : Micrographies obtenues par MEB et MET (vues de profil) d'une microcavité verticale constituée d'une couche séparatrice de $Ga_5Ge_{20}Sb_{10}S_{65}$ (dopée avec 5000 ppm de Er^{3+}) entourée par deux miroirs constitués de 10 motifs $As_{40}Se_{60}$-$Ge_{25}Sb_5S_{70}$. Spectre de réflectance expérimental de la microcavité obtenue.

CONCLUSION

Dans ce travail, nous avons démontré, par différents exemples, la faisabilité de la réalisation de miroirs de Bragg et de microcavités en verres de chalcogénure déposés par PLD notamment centrés à des longueurs d'onde résonantes avec les ions Erbium. L'ensemble de ces résultats sera présenté.

REFERENCES

[1] J. Charrier, M.L. Anne, H. Lhermite, V. Nazabal, J.P. Guin, T. Jouan, F. Henrio, D. Bosc, J.L.Adam, "*Sulphide $Ga_xGe_{25-x}Sb_{10}S_{65}$ $(x = 0, 5)$ sputtered films: fabrication and optical characterisations of planar and rib optical waveguides*", Journal of Applied Physics, **104**, (2008) p 073110-1, 073110-8

[2] Joël Charrier, Marie-Laure Brandily, Hervé Lhermite, Karine Michel, Bruno Bureau, Fréderic Verger, Virginie Nazabal, *"Evanescent wave optical micro-sensor based on chalcogenide glass"*, Sensors & Actuators: B. Chemical, **173**, (2012), 468-476

[3] Benjamin J. Eggleton et al., « *Chalcogenide photonics* », Nature Photonics. **5** (2011), 141-148

[4] accepted in Thin Solid Films, *"Pulsed laser deposited amorphous chalcogenide and alumino-silicate thin films and their multilayered structures for photonic applications"*, P. Němec**,** J. Charrier, S. Zhang, M. Cathelinaud, M. Allix,J.-L. Adam, S. Zhang and V. Nazabal