

Título: Control del proceso de fabricación de circuitos ópticos integrados

Integrantes: Guarepi, Valentin; Biasetti, Demian; Presti, Damian.

Resumen: Para comenzar a desarrollar este proyecto se procedió al montaje de un sistema capaz de analizar los plasmas generados durante el proceso de escritura láser en distintos materiales de interés en Fotónica. Este sistema consta de distintos instrumentos ópticos que el grupo contaba con anterioridad (banco de micro-mecanizado, espectrómetros, CCD, cámara intensificada etc.) y otros elementos recientemente adquiridos para completar este sistema (lentes, filtros, espejos, montajes mecánicos, muestras patrón, etc.).

Previamente al inicio de este proyecto se realizó la factibilidad de esta técnica, para ello se procedieron a analizar datos del procesado láser de cristales ópticamente activos con pulsos de nanosegundos. Se estudiaron dos cristales dopados con iones Nd^{3+} , SBN (Strontium barium niobate, cuya estequiometría es: $Sr_xBa_{1-x}Nb_2O_6$, $x = 0.6$) y BNN (Barium sodium niobate, cuya estequiometría es: $Ba_2Na_1Nb_5O_{15}$). De este estudio se lograron importantes conclusiones acerca de la interacción de cada uno de estos materiales y que además refuerza la factibilidad de este procedimiento. Este análisis fue publicado en la Revista Applied Spectroscopy Volumen: 68, Numero 4 paginas: 475-482 Autores: F. C. Alvira, A. Rodenas, G. A. Torchia. (se informa que por motivos administrativos esta publicación no se envía en el anexo debido a que la UNQ no fue incluida como institución financiante de la publicación. Esto se debe a que el director y codirector del presente proyecto fueron puestos en aviso del inicio del presente proyecto cuando la publicación ya se encontraba en prensa) .

Durante el período informado se realizaron los primeros resultados del análisis de los plasmas generados mediante el proceso de escritura láser de circuitos ópticos integrados.

En esta primera etapa de estudio, por un lado se analizó la escritura dentro de cristales de Niobato de Litio ($LiNbO_3$, LNB) mediante interacción con pulsos ultracortos de luz láser. En particular se escribieron distintos circuitos ópticos de interés como lo son los desviadores y divisores de haz fabricados en sus versiones de trazos rectos y curvos. Para la escritura de estas guías se utiliza un banco de micromecanizado, el cual está compuesto de un sistema de posicionamiento submicrométrico XYZ y rotación. Este sistema de posicionamiento es controlado por un software desarrollado en el grupo de investigación donde se ejecuta este proyecto. Para la implementación de guías de onda curvas surgió la necesidad de actualizar el software de control de los motores de corriente continua que gobierna la estación de micro-mecanizado láser del Centro de Investigaciones Ópticas. Este up-grade fue realizado en el lenguaje de Visual Basic, partiendo de la versión anterior de este programa de control de la estación.

Por otro lado se realizaron las primeras estructuras de guías de onda acanaladas focalizando en los pulsos ultracortos sobre la superficie de películas delgadas de SION (Silicio Oxígeno y Nitrógeno) y PLZT (Plomo Lantano Zirconio Titanio) depositados sobre sustratos de silicio.

Como parte de los primeros resultados de estos trabajos, se reconocieron tanto las emisiones atómicas del plasma compuesto por los elementos característicos del LNB en estado atómico o

una vez ionizado, como así también se analizó una importante contribución, que presenta una característica banda ancha, proveniente de efectos no lineales en la interacción. De esta última contribución, es importante resaltar que ofrece una interesante “entrada” adicional, a ser tenida en cuenta en el algoritmo de reconocimiento de patrones espectrales durante la escritura láser. (de acuerdo a la actividad 9 de la sección metodología del presente proyecto).

En el caso del estudio de las películas delgadas, se procedió a reconocer las líneas atómicas espectrales de cada elemento que constituye cada película. Asimismo se procedió a explorar los espectros de plasma de patrones de cada elemento. Para esto se irradiaron muestras cuyo elemento mayoritario corresponde a cada uno de los que constituyen las películas delgadas estudiadas. Paralelamente se procedió a buscar una región espectral que pueda mostrar todos los elementos y puede ser utilizada en el algoritmo de control del micro-mecanizado láser de estos circuitos ópticos.

En una segunda etapa del período informado, teniendo en cuenta un primer análisis de los espectros atómicos considerando algunos de los parámetros críticos de la escritura (energía-velocidad) para cada material estudiado se decidió realizar la escritura de distintos circuitos ópticos con los parámetros determinados de este primer análisis espectral.

En particular se procedió a la fabricación de distintos circuitos ópticos sobre LNB, para ello se fijaron fijo algunos parámetros de escritura, por ejemplo: energía= 0.6 microJ; velocidad = 30 micrometros/s y se focalizó en el banco óptico con un objetivo de 20X. Estos primeros circuitos, en particular desviadores y divisores integrados con trazos rectos y curvos en LNB, se utilizaron para llevar a cabo un análisis preliminar de la performance de guiado de estas estructuras.

En este sentido, se analizaran los modos propagados y las pérdidas de inserción en cada uno de los sistemas generados. Para la caracterización de los mismos fue acoplada luz de un láser en la banda de comunicaciones ópticas (1.55 micrómetros). Asimismo se exploró la variación de la potencia de salida en los desviadores como función del ángulo de apertura en cada uno. Este estudio se realizó tanto para desviadores rectos como para desviadores curvos.

Complementariamente se fabricaron guías de onda acanaladas preliminares sobre las películas delgadas de SION y PLZT utilizando los parámetros de ablación correspondientes (velocidad= 100 micrometros/s y energía = 10 microJ). Dichos parámetros fueron obtenidos a partir un primer análisis espectral de este proceso. Las mismas fueron caracterizadas con el sistema de acople de luz utilizado en las guías de onda de LNB. Estas estructuras de guías de onda mostraron resultados positivos en ambos sistemas, teniendo en cuenta que las pérdidas determinadas fueron inferiores a 2 dB/cm.

Parte de estos resultados se comunicaron a la Reunión de La Física Argentina que se llevo a cabo en Tandil en septiembre de 2014. Se encuentra en redacción una publicación para ser enviada a una revista internacional en relación a esta contribución. Asimismo en el marco de este proyecto se están llevando a cabo un doctorado de la Facultad de Ingeniería de la UNLP y un trabajo final de IACI de UNQ.

