

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-17-0662**
AUTomatizované pripájanie optických vlákien k Fotonickým Integrovaným Obvodom.

Zodpovedný riešiteľ **Ing. Jozef Chovan, PhD.**
Príjemca **Centrum vedecko-technických informácií SR**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

- 1) Centrum vedecko-technických informácií SR, Medzinárodné laserové centrum, Lamačská 8/A, 840 05 Bratislava
- 2) Sylex, s.r.o., Mlynské Luhy, 821 05 Bratislava

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1) Fachhochschule Vorarlberg GmbH, Hochschulstrasse 1, 6850 Dornbirn, Rakúsko
- 2) Department of Glass, Łukasiewicz Research Network—Institute of Microelectronics & Photonics, Aleja Lotników 32/46, 02-668 Warsaw, Poľsko
- 3) Photonics Institute, TU Wien, Gußhausstraße 27-387, 1040 Vienna, Rakúsko

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1) Zverejnená patentová prihláška pod názvom: Vázbový člen pre naviazanie a vyviazanie optického žiarenia do a z fotonického integrovaného obvodu. Zverejnenie patentovej prihlášky PP 3-2021 dňa 21.12.2021 vo vestníku ÚPV SR č. 24/2021.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

- 1) Jozef Chovan, Martin Tomaška, František Uherek, Daniel Haško, Dana Seyringer, Lenka Gajdošová, Eduard Koza, Jozef Pavlov: Concept of PIC Packaging with Microwave, DC and Fiber Array Ports. 2019 International Workshop on Fiber Optics in Access Networks (FOAN), str. 38-41, (2019), ISBN 978-1-7281-1563-4/19/\$31.00 ©2019 IEEE
- 2) Chovan,J., Uherek,F., Koza,E., Pavlov,J., Seyringer,D., Gajdošova,L.: Design and Simulation of Fiber to Chip Butt Coupler for SiN Integrated Photonics. 21st International Conference on Transparent Optical Networks ICTON 2019 , str. 1-4, (2019), ISBN 978-1-5386-6604-3
- 3) Nevřela, J., Kuzma, A., Skriniarova, J., Uherek, F.: Optical properties of PhC structures prepared by the nanoimprint lithography technique. Asia Communications and Photonics Conference, str. M4A.347, (2019)
- 4) Seyringer,D., Chovan,J., Gajdosova, L., Figura,D., Uherek, F.: Comparison of Silicon Nitride Based 1×8 Y-Branch Splitters Applying Different Waveguide Structures. 2019 21st International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), str. 1-4, (2019), ISBN 978-1-5386-6604-3
- 5) Jozef Chovan, Martin Tomáška, František Uherek, Daniel Haško, Dana Seyringer, Lenka Gajdošová, Eduard Koza & Jozef Pavlov: Demonstration of Automated Adjustment and Coupling of Fiber Array to PICs Based on the Detection of Edges. Fiber and Integrated

- Optics, <https://doi.org/10.1080/01468030.2020.1717018>, str. 1-15, (2020), ISSN 0146-8030
- 6) M. Longobucco, I. Astrauskas, A. Pugžlys, D. Pysz, F. Uherek, A. Baltuška, R. Buczyński, I. Bugár: Broadband self-switching of femtosecond pulses in highly nonlinear high index contrast dual-core fibre. Optics Communications 472 (2020) 126043, str. 126043, (2020)
- 7) M. Longobucco, P. Stajanča, L. Čurilla, R. Buczyński and I. Bugár: Applicable ultrafast all-optical switching by soliton self-trapping in high index contrast dual-core fibre. Laser Physics Letters, str. 025102(11p), (2020)
- 8) J. Chovan, F. Uherek, M. Tomaska, E. Koza, J. Pavlov, S. Serecunova D. Seyringer: Temperature Stability of Fiber Array to Photonics Chip Butt Coupling, INTERPHOTONICS 2021 Abstract Book", Acta Materialia Turcica, vol. INTERPHOTONICS 2021, Nov. 2021
- 9) M. Longobucco; I. Astrauskas; A. Pugžlys; D. Pysz; F. Uherek; A. Baltuška; R. Buczyński; I. Bugár: "High Contrast All-Optical Dual Wavelength Switching of Femtosecond Pulses in Soft Glass Dual-Core Optical Fiber," in Journal of Lightwave Technology, vol. 39, no. 15, pp. 5111-5117, Aug.1, 2021, doi: 10.1109/JLT.2021.3081352.
- 10) M. Longobucco, I. Astrauskas, A. Pugžlys, N.T. Dang, D. Pysz, F. Uherek, A. Baltuška, R. Buczyński, and I. Bugár: "Complex study of solitonic ultrafast self-switching in slightly asymmetric dual-core fibers," Appl. Opt. 60, 10191-10198 (2021)

Uplatnenie výsledkov projektu

V rámci riešenia projektu boli navrhnuté, realizované a overené automatizované technologické postupy a boli tiež vytvorené softvérové prostriedky pre technickú infraštruktúru žiadateľa projektu na automatizované aktívne nastavovanie, pripájanie a lepenie polí optických vlákien k čipu fotonických integrovaných obvodov lepidlom s ultrafialovým vytvrdzovaním. Tieto technologické postupy budú uplatnené v ďalších výskumných aktivitách partnerov projektu v aplikačne orientovaných výskumných projektoch a tiež v rámci spolupráce s praxou v oblasti pri vývoji laboratórií a systémov na čipe. Pri riešení projektu boli získané nové aplikačné poznatky v oblasti modelovania a návrhu fotonických integrovaných obvodov a generovania GDS súboru pre ich výrobu, ktoré sú priamo využiteľné pre aplikačne orientované projekty a spoluprácu s praxou pri vývoji laboratórií a systémov na čipe.

Významným výstupom projektu bolo podanie patentovej prihlášky Vázbový člen pre naviazanie a vyviazanie optického žiarenia do a z fotonického integrovaného obvodu.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Výsledkom riešenia projektu je návrh, realizácia a overenie automatizovaných technologických postupov na automatizované aktívne nastavovanie, pripájanie a lepenie polí optických vlákien k čipu fotonických integrovaných obvodov lepidlom s ultrafialovým vytvrdzovaním. Vytvorené boli tiež softvérové prostriedky pre technickú infraštruktúru žiadateľa projektu, čím boli splnené stanovené ciele projektu.

V rámci projektu boli navrhnuté dva fotonické integrované obvody a bola financovaná ich výroba. Navrhnuté fotonické integrované obvody boli vyrobené cez MPW služby EU technologických platforiem JePPIX a ePIXfab. Prvý testovací fotonicky integrovaný obvod bol navrhnutý a vyrobený na InP platforme, na ktorom bol monoliticky integrovaný systém na čipe 4- kanálového optického kódového multiplexora a demultiplexora. Druhý testovací obvod bol na SOI platforme (kremíkovej fotonike), na ktorom sú monoliticky integrované optické prepínače 2x2, oneskorovacie teplotne preladiateľné vlnovody a funkčný blok diskretnéj rýchlej Fourierovej transformácii na báze celooptického spracovania signálu.

V rámci riešenia projektu bol realizovaný návrh väzbového člena pre naviazanie a vyviazanie optického žiarenia do a z fotonického integrovaného obvodu, na ktorý bola podaná patentová prihláška.

Pri riešení projektu sme sa tiež zamerali na rozvoj metód optickej charakterizácie prvkov integrovanej fotoniky a sledovanie ich teplotných závislostí.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The project outputs are design, implementation and verification of automated technological procedures and also creation of software tools for the technical infrastructure of the project applicant for automated active alignment, coupling and gluing of optical fiber arrays to the

photonic integrated circuit chips with ultraviolet curing adhesive, thus meeting the set objectives of the project.

Within the project, two photonic integrated circuits were designed and their fabrications were financed. The designed photonic integrated circuits were manufactured by the MPW services of the EU technology platforms JePPIX and ePIXfab. The first test photonics integrated circuit was designed and fabricated on InP platform, on which a system of 4-channel optical code multiplexer and demultiplexer was monolithically integrated. The second test photonics integrated circuit was on an SOI platform (silicon photonics), which has monolithically integrated 2x2 optical switches, delay temperature tuneable waveguides and a Discrete Fast Fourier Transform function block based on all-optical signal processing. Within the project, the design of a coupler for coupling and decoupling of optical radiation to and from a photonic integrated circuit was implemented, for which a patent application was applied.

The project developed methods for optical characterization of photonics integrated circuits and their temperature dependence.