

## РЕФЕРАТ

Роботу викладено на 84 сторінках, вона містить 3 розділи, 43 ілюстрації, 2 таблиці та 40 джерел в переліку посилань.

Тема диплому оптичні міжз'єднання на кристалі.

Об'єктом дослідження є металодіелектричні структури на основі наночастинок срібла та діелектричних матеріалів – оксиду кремнію та нітриду кремнію, які можна використовувати в оптоелектроніці, пристроях обробки передачі даних і т.д.

Предметом дослідження є спектральні залежності коефіцієнтів  $T$ ,  $R$ , та комплексних діелектричної проникності.

Метою являється дослідження оптичних характеристик металодіелектричних структур на основі наночастинок срібла та діелектричних матеріалів – оксиду кремнію та нітриду кремнію для створення оптичних хвилеводів на кристалі.

В першому розділі проведений аналіз стану сучасної проблеми створення оптичних міжз'єднань та методи реалізації нанорозмірних структур для їх створення.

В другому розділі приведені варіанти плівкових оптичних діелектричних хвилеводів та визначені необхідні параметри для їх розробки.

В третьому розділі були отримані спектральні характеристики залежності коефіцієнтів  $T$ ,  $R$ , та комплексних діелектричної проникності матеріалів на основі наночастинок срібла та діелектриків  $SiO_2$  і  $Si_3N_4$ .

Аналіз методів реалізації нанорозмірних структур для створення оптичних міжз'єднань на кристалі опублікований на конференціях:

1. «Перспективні напрямки сучасної електроніки», 6-7 квітня 2017 р.
2. «Електроніка - 2017», 25-27 квітня 2017 р.

НАНОРОЗМІРНІ СТРУКТУРИ, ОПТИЧНІ МІЖЗ'ЄДНАННЯ,  
НАНОЧАСТИНКИ СРІБЛА, СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## ABSTRACT

The work, presented on 84 pages consists of 3 parts, 43 figures, 2 tables and 40 sources in the list of references.

The theme of Diploma is the optical interconnections on a crystal.

The object of study is metal-dielectric structures based on nanoparticles of silver and dielectric materials - silicon oxide and silicon nitride, which can be used in optoelectronics, data processing devices, etc.

The subject of research is the spectral dependence of T, R, and complex dielectric constant.

Purpose of the work – research of optical characteristics of metal-dielectric structures based on silver nanoparticles and dielectric materials - silicon oxide and silicon nitride for creating optical waveguides on a chip.

First section has the analysis of modern problems of creating an optical interconnectios and methods of realization of nanoscale structures to create them.

Second section has the variants film optical dielectric waveguides and set the necessary parameters for their development.

Third section has spectral characteristics of T, R, and complex dielectric constant materials based on silver nanoparticles and dielectric  $SiO_2$  and  $Si_3N_4$ .

The analysis of methods for implementing nanoscale structures to create optical interconnections on the chip are published in conferences:

1. "Perspective trends of modern electronics", 6-7 April 2017.
2. "Electronics - 2017", 25-27 April 2017.

NANO-SIZED STUCTURES, OPTICAL INTERCONNECTIONS  
SILVER NANOPARTICLES, SPECTRAL CHARACTERISTICS

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. D.A.B. Miller, H.M. Ozaktas, Limit to the Bit-Rate Capacity of Electrical Interconnects from the Aspect Ratio of the System Architecture // Journal Parallel and Distributed Computing 41, 5252 (1997).
2. S.I.Bozhevolnyi, ed., Plasmonic Nanoguides and Circuits (Pan Stanford Publ., 2008)
3. R.Zia, J.A. Schuller, A. Chndran, M.L. Brongersma, Plasmonics: the next chip-scale technology //Materials Today 9(7-8), 20-27 (2006).
4. K.Leosson, Optical amplification of surface plasmon polaritons:review// Journal of Nanophotonics 6,061801 (2012).
5. P. Berini, I. De Leon, Surface plasmon-polariton amplifiers and lasers // Nature Photonics 6, 16-24 (2012).
6. <http://ark.intel.com/products/65719/Intel-Core-7-3710-Processor-RM-Cache-un-to-3-90-GHz>
7. NVIDIA CUDA C Programming Guide Version 4.2, Nvidia Corporation, 2012.
8. D.A.B. Miller, Rationale and Challenges for Optical Interconnects to Electronic Chips II Proceedings IEEE 88, 728.749 (2000).
9. D.A.B. Miller, Optical interconnects to electronic chips // Applied Optics 49, F59-F70 (2010).
10. D.A.B. Miller Optical Interconnects to Silicon IEEE Journal Selected Topics in Quantum Electronics 6, 1312-1317 (2000).
11. D.A.B. Miller, Dense Optical Interconnections for Silicon Electronics II Trends in Optics: Research, Developments, and Applications 3, 207-222 (Academic Press, 1996).
12. International Technology Roadmap for Semiconductors: 2007 Edition // Semiconductor Industry Association
13. Whitepaper NVIDIA's Next Generation CUDATM Compute Architecture: FermiTM, NVidia Corporation, 2010

14. V.S. Bagad, Optical Fiber Communication (Technical Publications, 2009).
15. E. Sickinger, Broadband circuits for optical fiber communication (John Wiley and Sons, 2005).
16. J.M. Senior M.Y. Jamro, Optical fiber communications: principles practice (Pearson Education.2009).
17. G. Keiser, Optical communications essentials (McGraw-Hill 2003)
18. C. Berger, B.J. Offerin, M. Schmatz, Challenges for the introduction of board-level optical interconnect technology into rocket development roadmaps// Proceedings of the SPIE 6124. 144-155 (2006).
19. C. Beger, R. Beyeler, L. Dellmann,, M.Gmur, R, Hamelin, F. Horst Larrprecht T. Morf, S Oggioni, N. Spreafico, B.J. Offrein, Polymer-Waveguide-Based Board-Level Optical Interconnect Technology for Datacom Applications //IEEE Transactions on Advanced M Packaging 31,139-767 (2008).
20. L.Pavesi, D.J. Lockwood, Silicon: Photonics(Springer, 2004).
21. G.T. Reed A.P. Knight Silicon photonics: an introduction(John Wiley and Sons, 2004)
22. L. Pavesi, G. Guiliot, Optical Interconnects: The Silicon Approach (Springer, 2016).
23. R. Espinola, J. Dadap, R. Osgood, S.J. McNab, Yu.A. Vlasov, Raman amplification in ultrasmall silicon-on insulator photonic wires waveguides// Optics Express 12, 3713 (2004).
24. F. Xia, L. Sekario Yu.A. Vlasov, Mode conversion. losses in silicon-insulator photonic wire based racetrack resonators //Optics Express! 14.3872 (2006)
25. E. Dulkeith, F. Xia, L. Stares, W.M.J. Green. L. Sekario. Yu.A-Vlasov Group index and group velocity dispersion in silicon on-insulator photonic wires P Optics Express 14, 3853.1863 (2006).
26. W. Bogaerts, R. Baets. P. Dumon, V. Wiaux, D. Talleart, B. Luyssert J. Van Campenhout P. Bienstman/a D. Van Thourour, Nanophotonic

waveguides in silicon-on insulator fabricated with CMOS technology R Jove& of Ligewave Technolcgy 23,401411, (2003).

27. W.M.J. Green, M.J. Rooks, L Sekario, Yu.A. Vlasov, Ulltra-compact low RF power. 10 Gb/s silicon Mach-Zehnder modulator Optics Express 11,17106(2007).

28. L. Lim, D. Serneratthio, M. Morse, A. Liu, D. Hedge, D. Rubin, U. Kai T. Franck, High speed Eileen Ma.th-Zetinckt modulator Optics Express 13, 3129-3133 120031.

29. A. Liu, Jones R, L. Liao, D. Samara-Rubio, D. Rubin, O. Chaen. R Nicolaesuo, M.Pamiccia, A high-speed silicon modulator based on a metal-oxise-semiconductor capacitor capacitor //Nature 427, 615-618(2004)

30. S. Assefa, F. Xia. Y. Vlasov, Reinvening germanium avalanche photodetector for nanopgotonic on -chip optical intarconnections// Nature 464, 80-84

31. S. Asseaa, F. Xia, Yu.A. VLasov Integration of Germanium Avalrche Photodetectors on Silicon fee On-Chip Optical Interconnects // Electrphchemical Society Transactions 23 (6), 749- 756(2010)

32. Y. Kang Monolithic germanium/silicon Avalanche photodiodes with 340 GHz gain-bandwidth product //Nature Photonics, 3, 59-63 (2009)

33. . Y. Kang,, M. Morse, Silicon Photonics Rainvens Avalanche Photodetectors//Laser Focus World 45 (10), 35-37 (2009).

34. T. Yin, R. Cohen, M. Morse, G. Sarid, Y. Chetrit, D Rubin. MJ. Paniccia, 31 GHz Ge waveguide photodetectors on Silicon-on-Insulator substrate Opatis Express, 15 (21), 13963-13971 (2007).

35. 35. H. Rong, R. Jones, A Liu, O. Cohen, D.Hak, A. Fang, M. Paniccia,, A cominuous-wave Raman silicon laser // Nature 433. 723-728 (2003).

36. М.К. Родіонов « Пленочные оптические диэлектрические микроволноводы»

37. А.М.Гончаренко, В.П. Редько Введение в интегральную оптику – Минск: Наука и техника, 1975

38. Введение в интегральную оптику. Под ред. Барноски М. Пер с англ. Из-во «Мир», 1977.

39. Johnson P. B., Christy R. W. Optical constants of the noble metals //Physical review B. – 1972. – Т. 6. – №. 12. – С. 4370.

40. Калітеевській М.А., Програма для розрахунку поширення світла в шаруватих середовищах // Вікно в мікросвіт. 2002. Випуск 4, 48с.