

*Advances in Materials Science Research*, vol. 12, NY, Nova Science Publishers, 2012, pp. 135-162.

7. Korotaev A.D., Moshkov V.Yu., Ovchinnikov S.V., Pinzhin Yu.P., Savostikov V.M., Tyumentsev A.N. Nanostructured and nanocomposite superhard coatings. *Phys. Mesomech.*, 2005, vol. 8, no 5-6, pp. 93-104.

8. Andrievskii R. A. [Nanomaterials: the concept and current problems] *Zhurnal rossiiskogo khimicheskogo obshchestva im. D. I. Mendeleeva*, 2002, vol. 46, no 5, pp. 50-56 (in Russian).

9. Andrievskii R. A. *Osnovy nanostrukturnogo materialovedeniya. Vozmozhnosti i problemy* [Fundamentals of nanostructured materials science. Opportunities and challenges] Moscow, "BINOM. Laboratoriya znaniy", 2012 (in Russian).

10. Andrievskii R. A. Nanomaterials based on high-melting carbides, nitrides and borides. *Russian Chemical Reviews*, 2005, vol. 74, no 12, pp. 1061-1072. DOI:10.1070/RC2005v074n12ABEH001202

11. Munr R. G. Material properties of titanium diboride, *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*, 2000, vol. 105, no 5, pp. 709-720.

12. Itoh H., Naka S., Matsudaira T., Hamamoto H. Preparation of TiB<sub>2</sub> a sintered compacts by hot pressing, *Journal of Materials Science*, 1990, vol. 25, pp. 533-536.

13. Park June-Ho, Lee Yong-Ho, Koh Young-Hag, Kim Hyoun-Ee. Effect of hot-pressing temperature on densification and mechanical properties of titanium diboride with silicon nitride as a sintering aid. *J. Am. Ceram. Soc.*, 2000, vol. 83, no 6, pp. 1542-1544.

14. Andrievskii R. A., Kalinnikov G. V., Shtanskii D. V. High-resolution transmission and scanning electron microscopy of boride-nitride nanostructured films. *Physics of the Solid State*, 2000, vol. 42, iss. 4, pp. 760-766. doi: 10.1134/1.1131287

15. Pfohl C., Bulak A., Rie K.-T. Development of titanium diboride coatings deposited by PACVD. *Surface and Coatings Technology*, 2000, vol. 131, pp. 141-146.

16. Mayrhofer P. H., Mitterer C., Wen J. G. et al. Self-organized nanocolumnar structure in superhard TiB<sub>2</sub> thin films. *Applied Physics Letters*, 2005, vol. 86, pp. 131909-(1-3).

17. Beresnev V. M., Pogrebniak A. D., Azarenkov N. A., Farenik V. I., Kirik G. V. Nanocrystalline and nanocomposite coverings, structure, properties. *Physical surface engineering*, 2007, vol. 5, no 1-2, pp. 4-27 (in Russian).

18. Andrievskiy R. A., Glezer A. M. Strength of nanostructures. *Physics-Uspeski*, 2009, vol. 52, no 4, pp. 315-334. DOI: 10.3367/UFNr.0179.200904a.0337

19. Boltovets N. S., Ivanov V. N., Konakova R. V. Kurakin A. M., Milenin V. V., Soloviev E. A., Verimeychenko G. M. Technology and experimental studies of contacts for microwave diodes based on interstitial phases, *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*, 2001, vol. 4, no 2, pp. 93-105.

20. Todorovich B., Jokich T., Rakoceвич Z. Markovich Z., Gakovich B., Nenadovich T. The effect of rapid thermal annealing on structural and electrical properties of TiB<sub>2</sub> thin films, *Thin Solid Films*, 1997, vol. 300, no 1-2, pp. 272-277.

21. Boltovets N. S., Ivanov V. N., Konakova R. V., Kudryk Ya. Ya., Litvin O. S., Litvin P. M., Milenin V. V. Interphase interactions and features of structural relaxation in TiB<sub>x</sub>-n-GaAs (InP, GaP, 6H-SiC) contacts subjected to active treatment. *Semiconductors*, 2004, vol. 38, iss. 7, pp. 737-741. DOI: 10.1134/1.1777591

22. Ageev O. A., Belyaev A. E., Boltovets N. S., Ivanov V. N., Konakova R. V., Kudryk Ya. Ya., Lytvyn P. M., Milenin V. V., Sachenko A. V. Au-TiB<sub>x</sub>-n-6H-SiC Schottky barrier diodes: Specific features of charge transport in rectifying and nonrectifying contacts. *Semiconductors*, 2009, vol. 43, iss. 7, pp. 865-871. DOI: 10.1134/S1063782609070070

23. Boltovets N. S., Ivanov V. N., Kovtonyuk V. M., Rayevskaya N. S., Belyaev A. E., Bobyl A. V., Konakova R. V., Kudryk Ya. Ya., Milenin V. V., Novitskiy S. V., Sheremet V. N. InP Gunn diodes with a cathode contact injecting hot electrons. Part 1. Interactions between phases in the cathode contacts. *Tekhnologiya i konstruirovaniye v elektronnoy apparature*, 2010, no 5-6, pp. 3-6 (in Russian).

24. Kudrik Ya. Ya. [Investigation of heat-resistant barrier contacts to n-6H SiC] *Trudy 4 MNTK "Mikroelektronnyye preobrazovateli i pribory na ikh osnove"* [Proc. 4th Int. Confer. "Microelectronic converters and devices on their basis"]. Azerbaidzhan, Baku-Sumgait, 2003, pp. 22-26. (in Russian)

25. Belyaev A. E., Boltovets N. S., Ivanov V. N., Kamalov A. B., Kapitanchuk L. M., Kladko V. P., Konakova R. V., Kudryk Ya. Ya., Milenin V. V., Nasyrov M. U., Nevolin P. V. Interphase interactions and the mechanism of current flow in Au-TiB<sub>x</sub>-AuGe-n-GaP ohmic contacts. *Semiconductors*, vol. 43, iss. 11, pp. 1428-1432. DOI: 10.1134/S1063782609110062

26. Gupta A., Wang H., Kvit A., Duscher G., Narayan J. Effect of microstructure on diffusion of copper in TiN films. *J. Appl. Phys.*, 2003, vol. 93, no 9, pp. 5210-5214.

НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ

**Хансен Р. С. Фазированные антенные решетки.— Москва: Техносфера, 2012.**

В книге приведен всесторонний анализ особенностей проектирования и исследования характеристик фазированных антенных решеток и входящих в них систем. Особое значение придается рассмотрению алгоритмов, пригодных для использования в ПК. Представлена также обширная информация о различных типах антенных устройств с электронным управлением лучом и входящих в них функциональных системах. Книга предназначена для научных работников и инженеров, занимающихся исследованиями и разработками фазированных антенных решеток, а также аспирантов и студентов старших курсов, специализирующихся в области антенн и устройств СВЧ.



this fact can significantly affect the volume discharge calculated value, and hence the non-synchronization parameter, for those of its values, which are characteristic of the TWT with a phase velocity jump. In this paper, formulas has been obtained for computation of real and imaginary parts of the complex reduction coefficient for a cylindrical electrons beam with exponential variable amplitude of variable current component in the TWT. Influence of complex reduction coefficient on the parameters of the TWT operating in the linear mode is estimated. It is shown that taking into account the imaginary part of the reduction coefficient for linear operation of the TWT makes it possible to change the estimated amount of space charge 1.5 to 2 times, which in its turn has quite a strong effect on the formation of the initial conditions of the nonlinear mode and, subsequently, on the output characteristics of the TWT.

**Keywords:** complex reduction coefficient, cylindrical electron beam, variable current component, space charge, TWT.

## REFERENCES

1. N. J. Dionne. *Traveling wave electron interaction device having efficiency enhancement means*. Patent USA no 3.614.517, 1970.
2. Malivanchuk V. I., Rukin V. P. [Research TWT with two jumps of the phase velocity]. *Elektronnaya tekhnika. Ser. 1. Elektronika SVCh*, 1974, iss. 11, pp. 51–56 (in Russian).
3. Tseitlin M. B., Kats A. M. *Lampa s begushchei volnoi* [Tube with a traveling wave]. Moscow, Sovetskoe Radio, 1964 (in Russian).
4. Lebedev I. V. *Tekhnika i pribory SVCh*. T. 2 [Microwave equipment and Devices. Vol. 2]. Moscow, Vysshaya shkola, 1972 (in Russian).
5. Branch G. M., Mihran T. G. Plasma frequency reduction factors in electron beams. *Electron Devices, IRE Transactions on*, 1955, vol. 2, iss. 2, pp. 3–11. doi: 10.1109/T-ED.1955.14065
6. Stokovskii Ya. N., Chasnyk V. I. [Calculation of the depression coefficients for a cylindrical electron beam with the azimuth variation of the current density variable component] *Elektronnaya tekhnika. Ser. 1. Elektronika SVCh*, 1980, iss. 4, pp. 94–97 (in Russian).

## НОВЫЕ КНИГИ

## НОВЫЕ КНИГИ

**Гилмор-мл. А. С. Лампы с бегущей волной.— Москва: Техносфера, 2013.**

Книга основана на материалах лекций и семинаров по СВЧ-лампам, которые автор многократно представлял в ведущих фирмах и университетах США. В ней сосредоточены базовые знания по теории и технике наиболее востребованного в течение многих, в том числе и последних десятилетий, прибора — лампы с бегущей волной (ЛБВ). Книга написана доступным для широкого круга читателей и образным языком, методически сбалансирована. Широко используемые цитаты из работ известных специалистов и обширная библиография способствуют более глубокому восприятию излагаемого материала. Книга может быть полезна как для подготовки студентов старших курсов и аспирантов вузов, так и специалистов, занятых разработкой и применением ЛБВ в различных областях радиоэлектроники.



## НОВЫЕ КНИГИ

**Нанотехнологии в электронике. Вып. 2 / Под ред. Ю. А. Чаплыгина.— Москва: Техносфера, 2013.**

Настоящее издание — второй выпуск книги, вышедшей несколько лет назад. Каждую из частей книги представляет группа авторов, активно развивающих данное направление в Национальном исследовательском университете «МИЭТ». Коллектив авторов старался осуществить частичную преемственность материала, содержащегося в первом выпуске, однако структура книги существенно изменилась: группировка статей по условным разделам (теоретико-экспериментальные работы, методы исследований, технологии, приборы и устройства) представляется более правильной с точки зрения понимания общего направления работ в МИЭТ. Каждая из работ представляет собой законченный научный труд обзорного или обобщающего характера, либо является частью оригинальных исследований, полученных за последние 3–5 лет.



Розроблено технологію вирощування двосторонніх високовольтних кремнієвих  $p-i-n$  структур методом рідиннофазної епітаксії в єдиному технологічному процесі. Електрофізичні параметри отриманих структур дозволяють виготовляти на їх основі високовольтні діоди.

Ключові слова: епітаксійний шар, рідиннофазова епітаксія, рідкоземельний елемент, легування.

N. M. VAKIV<sup>1</sup>, S. I. KRUKOVSKY<sup>1</sup>, V. R. TYMCHYSHYN<sup>1,2</sup>, A. P. VAS'KIV<sup>3</sup>

Ukraine, Lviv, <sup>1</sup>SPE "Karat", <sup>2</sup>Lviv Polytechnic National University,

<sup>3</sup>Ivan Franko Lviv National University

E-mail: carat207@i.ua

## OBTAINING OF BILATERAL HIGH VOLTAGE EPITAXIAL $p-i-n$ SI STRUCTURES BY LPE METHOD

Silicon  $p-i-n$  structures are usually obtained using conventional diffusion method or liquid phase epitaxy (LPE). In both cases, the formation of  $p$ - and  $n$ -layers occurs in two stages. This technological approach is quite complex. Moreover, when forming bilateral high-voltage epitaxial layers, their parameters significantly deteriorate as a result of prolonged heat treatment of active high-resistivity layer. Besides, when using diffusion method, it is impossible to provide good reproducibility of the process. In this paper a technique of growing bilateral high-voltage silicon  $p-i-n$  structures by LPE in a single process is proposed. The authors have obtained the optimum compounds of silicon-undersaturated molten solutions for highly doped ( $5 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) contact layers: 0.4–0.8 at. % aluminum in gallium melt for growing  $p$ -Si layers and 0.03–0.15 at. % ytterbium in tin melt for  $n$ -Si layers. Parameters of such structures provide for manufacturing of high-voltage diodes on their basis. Such diodes can be used in navigational equipment, communication systems for household and special purposes, on-board power supply systems, radar systems, medical equipment, etc.

Key words: epitaxial layer, liquid-phase epitaxy, rare-earth element, doping.

### REFERENCES

1. Kharlamov R.V. *Razrabotka tekhnologii proizvodstva kremnievykh epitaksial'nykh struktur dlya silovykh priborov*. Diss. kand. tekhn. nauk [Development of production technology of silicon epitaxial structures for power devices. Ph.D. tech. diss.] Moscow, 2000. 166 p. (in Russian)
2. Skorobogatov L.A., Zubritskiy S.M., Petrov A.L., Semenov A.L. *Tekhnologii materialov dlya mikro- i nanoelektroniki* [Materials technology for micro- and nanoelectronics]. Irkutsk State University, 2009. 83 p. (in Russian)
3. Ufimtsev V.B., Achkurin R.Kh. *Fiziko-khimicheskie osnovy zhidkofaznoi epitaksii* [Physico-chemical principles of liquid-phase epitaxy]. Moscow, Metallurgiya, 1983. (in Russian)
4. Gorelenok A. T., Kamanin A. V., Shmidt N. M. Rare-earth elements in the technology of III–V compounds and

devices based on these compounds. *Semiconductors*, 2003, vol. 37, iss. 8, pp. 894-914. DOI: 10.1134/1.1601656

5. Vakiv M.M., Krukovsky S.I., Tymchyshyn V.R. [Low-temperature liquid-phase epitaxy of  $p$ -Si layers in composition of  $p-i-n$  Si high-voltage structures] *Visnik Natsional'nogo universitetu "Lviv's'ka Politekhnik"*, Ser. "Elektronika", 2011, no. 708, pp. 50-54. (in Ukraine)

6. Korolev M.A., Krasnyukov A.Yu., Polomoshnov S.A. *Sovremennye problemy tekhnologii nanoelektroniki* [Modern problems of nanoelectronics technology] Moscow, MIET, 2011. 100 p. (in Russian)

7. Vakiv M.M., Krukovsky S.I., Tymchyshyn V.R. *Grafitova kasetta dlya otrimannya dvostoronnikh epitaksiinikh struktur* [Graphite cassette for obtaining bilateral epitaxial structures]. Pat. of Ukraine no. 73670, 2012. (in Ukraine)

### НОВЫЕ КНИГИ

#### НОВЫЕ КНИГИ

### Берлин Е. В., Сейдман Л. А. Получение тонких пленок реактивным магнетронным распылением.— Москва: Техносфера, 2014.

Книга представляет собой подробное справочное руководство по физическим основам, технологическим особенностям и практическому применению процесса реактивного магнетронного нанесения тонких пленок сложного состава. Подробно описаны физические процессы, протекающие во время реактивного магнетронного нанесения, технологические особенности магнетронного нанесения. Особое внимание уделено способам управления процессами нанесения пленок, обеспечивающим стабильность и воспроизводимость как самого процесса, так и свойств получаемых пленок. Рассмотрены модификации процесса нанесения, различающиеся используемыми источниками питания: постоянного тока, среднечастотных импульсов, импульсов большой мощности и высокочастотные. Даны практические рекомендации по освоению известных и разработке новых процессов получения пленок сложного состава методом реактивного магнетронного распыления.

