

УДК 621.3.049.772

АЛЮМООКСИДНЫЕ КОРПУСА ДЛЯ ЗАЩИТЫ МИКРОСХЕМ ОТ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

С.К. Лазарук¹, Т.И. Ореховская¹, В.В. Дудич¹, А.В. Долбик¹,
Л.П. Томашевич¹, С.А. Ефименко²

¹ Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

² ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»,
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Разработана конструкция алюмооксидного корпуса интегральных микросхем, обладающего повышенными защитными свойствами при воздействии внешних электромагнитных полей. Экранирование внешних электромагнитных воздействий осуществляется за счет алюминиевого каркаса основания корпуса. Обсуждены способы защиты микросхем в алюмооксидном корпусе от γ -излучения за счет использования вольфрамовой крышки корпуса, что важно для эксплуатации микросхем в космических устройствах.

Ключевые слова: алюминий; электрохимическое анодирование; анодный оксид алюминия; алюмооксидный корпус, микросхема, экранирование.

ALUMINA PACKAGES FOR PROTECTING MICROCIRCUITS FROM EXTERNAL INFLUENCES

S.K. Lazarouk¹, T.I. Orekhovskaya¹, V.V. Dudich¹, A.V. Dolbik¹,
L.P. Tomashevich¹, S.A. Efimenko²

¹ Educational Institution “Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics”, Minsk, Republic of Belarus

² JSC “INTEGRAL” – “INTEGRAL” Holding Managing Company.s

Abstract. A design for an alumina housing for integrated circuits has been developed. It offers enhanced protective properties against external electromagnetic fields. Shielding from external electromagnetic influences is achieved through the use of an aluminum frame at the housing base. Methods for protecting alumina-housed microcircuits from γ -radiation by using a tungsten housing cap are discussed, which is important for the use of microcircuits in space devices.

Keywords: aluminum; electrochemical anodizing; anodic aluminum oxide; alumina package, microcircuit, shielding.

Корпус интегральной микросхемы обеспечивает защиту кристалла микросхемы от внешних воздействий и электрические соединения с внешними электронными устройствами. В алюмооксидных корпусах, формируемых локальным анодированием алюминия, электрические соединения с кристаллом осуществляются через сквозные алюминиевые электроды, встроенные в алюмооксидное основание корпуса [1–9]. В данной работе разработана конструкция алюмооксидных корпусов интегральных микросхем с целью их защиты от внешнего

электромагнитного поля и других воздействий, влияющих на работоспособность электронных устройств.

Алюмооксидный корпус состоит из контактной монтажной площадки (основание корпуса) и металлической крышки. Контактная монтажная площадка состоит из сквозных алюминиевых электродов, встроенных в анодный оксид алюминия, и алюминиевой рамки, определяющей внешние границы корпуса. Алюминиевые электроды обеспечивают соединение микросхемы с внешними электронными устройствами, а оксид алюминия, сформированный локальным анодированием алюминиевых пластин с использованием фотолитографической маски, обеспечивает изоляцию алюминиевых электродов.

Измерения электрофизических параметров алюмооксидных корпусов показали следующие результаты. Токи утечки при напряжениях до 300 В не превышали 1 пА, что свидетельствует о преимуществах данной конструкции по сравнению с аналогами (пластмассовые и керамические корпуса). Тепловое сопротивление данной конструкции составляет менее 1°С/Вт. Низкое значение теплового сопротивления обеспечивается за счет высокой теплопроводности алюминия, что позволяет эффективно рассеивать тепло в процессе работы микросхем и свидетельствует о преимуществе разработанной контактной площадки. Исследование механической прочности позволило оценить давление (20-40 МПа), приводящее к разрушению основания корпуса. Полученный диапазон давления свидетельствует о достаточной механической прочности сформированного изделия. Следует отметить, что алюминий обладает высокой эластичностью, что позволяет смягчать механические напряжения, возникающие между кремниевыми кристаллами и основанием корпуса при термическом разогреве в процессе их функционирования [10].

Важной особенностью разработанной конструкции является защита микросхем от внешнего электромагнитного излучения, что достигается за счет эффективного экранирования данного излучения металлическим каркасом основания корпуса, составляющем большую его объемную часть. Также разработанная конструкция обеспечивает защиту от α -, β -излучения, а в случае изготовления крышки корпуса из вольфрама может быть реализована защита от γ -излучения, что важно для использования электронных устройств в космических спутниках.

Таким образом, разработанная конструкция алюмооксидных корпусов способна обеспечить защиту от внешнего электромагнитного излучения, что может быть использовано при корпусировании специализированных микросхем, функционирующих в условиях сильных электромагнитных полей и радиационных воздействий.

Список использованных источников / References

1. Lazarouk S. K., Bondarenko V. P., Borisenko V. E., Gaponenko N. V., Gorokh G. G., Leshok A.A., . al. (2024) Perspective Optical and Electronic Interconnects of Integrated Circuit Elements. *Doklady BGUIR*. 22 (2), 7-19.
2. Monica S. La, Maiello G., Ferrari A., Masini G., Lazarouk S., Jaguiro P., et. al. (1997) Progress in the field of integrated optoelectronics based on porous silicon. *Thin Solid Films*. 297 (1-2), 265-267.
3. Lazarouk S.K., Leshok A.A., Kozlova T.A., Dolbik A.V., Vi L.D., Ilkov V.K., et. al. (2019) 3D Silicon Photonic Structures Based on Avalanche LED with Interconnections Through Optical Interposer. *International Journal of Nanoscience*. 18 (3-4), 1940091.
4. Lazarouk S., Bondarenko V., Pershukevich P., Monica S. La, Maiello G. (1994) Visible Electroluminescence from Al-Porous Silicon Reverse Bias Diodes Formed on the Base of Degenerate n-Type Silicon. *MRS Online Proceedings Library Archive*. 358, 659–664.
5. Lazarouk S. K., Sasinovich D. A., Katsuba, P. S., Labunov V. A., Leshok A. A., Borisenko V. E. (2007) Electroluminescence from nanostructured silicon embedded in anodic alumina. *Semiconductors*. 41 (9), 1109-1112.
- 6 Bertolotti M., Carassiti F., Fazio E., Ferrari A., Monica S. La, Lazarouk S., et. al. (1995) Porous silicon obtained by anodization in the transition regime. *Thin Solid Films*. 255 (1-2), 152-154.
- 7 Lazarouk S., Jaguiro P., Katsouba S., Monica S. La, Maiello G., Masini G., et. al. (1996) Visible light from aluminum-porous silicon Schottky junctions. *Thin Solid Films*. 276 (1-2), 168-170.
8. Lazarouk S., Muravski A., Sasinovich D., Chigrinov V., Kwok H. S. (2007) Porous and pillar structures formed by. anodization for vertical alignment of nematic liquid crystal. *Japanese Journal of Applied Physics*. 46 (10R), 6889.
9. Lazarouk S.K., Dolbik A.V., Labunov V.A., Borisenko V.E. (2013) Physics, Chemistry and Application of Nanostructures. *World Sci., Singapore*. 355-358.
10. Chelyadinsky A. R., Dorofeev A. M., Kazuchits N. M., Monica S. La, Lazarouk S. K., Maiello G., et. al. (1997) Deformation of porous silicon lattice caused by absorption/desorption processes. *Journal of the Electrochemical Society*. 144 (4), 1463-1468.

Сведения об авторах

Лазарук С.К., доктор физико-математических наук, профессор, заведующий НИЛ 4.6, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», serg@nano.bsuir.edu.by.

Ореховская Т.И., ведущий инженер-технолог НИЛ 4.6, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Дудич В.В., научный сотрудник НИЛ 4.6, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Долбик А.В., научный сотрудник НИЛ 4.6, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Томашевич Л.П., научный сотрудник НИЛ 4.6, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Ефименко С.А., кандидат технических наук, главный конструктор, заведующий лабораторией ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ».

Information about the authors

Lazarouk S., Dr. of Sci. (Phys. and Math.), Professor, Head of the R&D Lab. 4.6 “Integrated Micro- and Nanosystems”, Educational Institution “Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics”, serg@nano.bsuir.edu.by.

Orekhovskaya T., Leading Technologist of the R&D Lab. 4.6, Educational Institution “Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics”.

Dudich. V., Researcher of the R&D Lab. 4.6, Educational Institution “Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics”.

Dolbik A., Researcher of the R&D Lab. 4.6, Educational Institution “Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics”.

Tomashevich L., Researcher of the R&D Lab. 4.6, Educational Institution “Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics”.

Efimenko S.A., Candidate of Technical Sciences, Chief Designer, Head of Laboratory, JSC INTEGRAL – the management company of the INTEGRAL holding company.