



Формирование краев кристаллов субмодулей для мозаичных, безазорных фотоприемников. Обзор

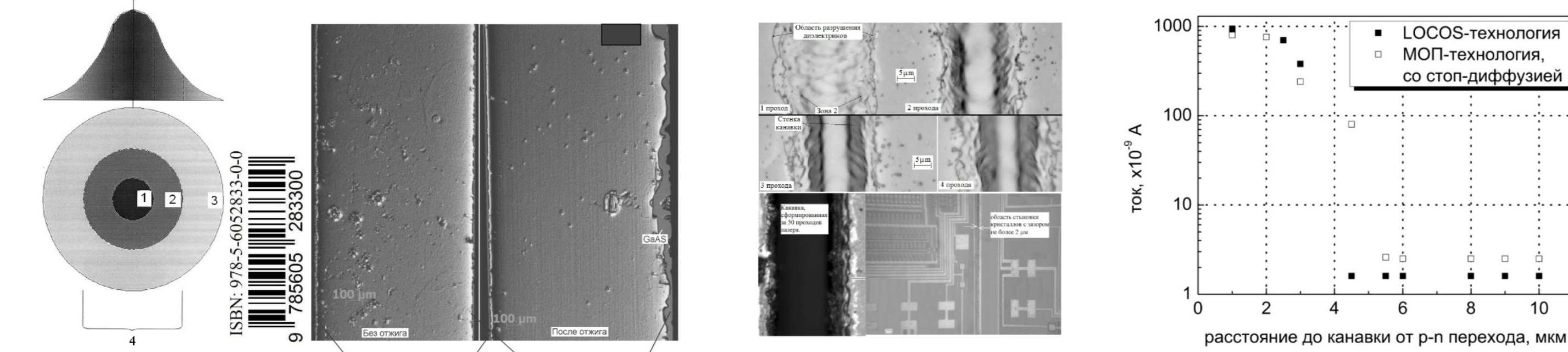
Козлов¹ А. И., Новоселов А. Р.

КТИ ПМ СО РАН, ИФП СО РАН, 630084, г. Новосибирск, Российская Федерация. Электронная почта докладчика и ответственного за переписку с оргкомитетом ¹/e-mail: aikozlov13@mail.ru

Ключевые слова: мозаичная технология, мозаичный фотоприёмник (МФП) с предельной эффективностью преобразования изображений, "слепая зона", фоточувствительный элемент (ФЧЭ), сверхвысокая размерность

Введение Потеря части информации в изображении является недостатком мозаичных фотоприёмников (МФП), что связано с зазорами между смежными кристаллами и зонами повреждения материала на их краях, возникающих при разрезании приборных пластин [1-8]. В докладе представлены результаты исследований по определению подходов к формированию краёв кристаллов для безазорных МФП. Результат – достигнуто расстояние между краевыми фоточувствительными элементами (ФЧЭ) в МФП на основе КРТ – 22 мкм, для кремниевых кристаллов расстояние не превышает 17 мкм. Исследования направлены на формирование определенного распределения плотности энергии на поверхности полупроводникового материала, способа формирования канавки и выбора способа откола края кристалла [1-8].

Формирование определенного распределения плотности энергии на поверхности полупроводникового материала - нанесение фоторезиста на поверхность приборной пластины. На краях пятна излучения существует кольцевая область, плотности излучения которой недостаточно для плавления материала, но разными авторами регистрируются изменения свойств материала. Нанесение фоторезиста на поверхность приборной пластины отсекает это излучение. Токи, протекающие через р-n-переходы в пленках для разных расстояний до канавки, демонстрируют некоторую область разброса токов по кристаллу при рабочих смещениях. Безопасное расстояние от 8 мкм с фоторезистом до 13 мкм - без фоторезиста, для кремниевых кристаллов ~5 мкм [1, 6-8].



Технология создания МФП сверхвысокой размерности модернизирована с целью устранения "слепых зон" (рис.) [1, 6-8]. Зазор между кристаллами смежных субмодулей МФП составляет не более 2-3 мкм. Развитие методологии лазерного разделения пластин в составе мозаичной технологии позволило уменьшить технологические "слепые зоны" МФП до 11-19 мкм для различных определяющих полупроводниковых материалов [1-7]. При применении указанного прецизионного формирования стыкуемых граней кристаллов с обеспечением минимальной (5 - 8 мкм) области повреждения расстояние между ФЧЭ смежных субмодулей составит 10-12 мкм, что соответствует потере одного элемента с шагом 10 мкм в каждой строке и столбце [2-7]. В случае других материалов расстояние между краевыми ФЧЭ смежных субмодулей составит также около 10-12 мкм для МСКЯ-фотодетекторов на основе GaAs/AlGaAs и порядка 16-19 мкм для КРТ-фотодиодов, что соответствует потере 1-2 элементов в каждой строке и столбце [2-7]. В работе исследованы фундаментальные основы создания МФП сверхвысокой размерности.

Способ формирования канавки Лазерное скрабирование края кристалла с длиной волны 0,337 мкм в многопроходном режиме с площадью перекрытия световых пятен ~90% (120 мкм/сек), углом наклона оптической оси излучения 12° к нормали поверхности. При таком способе плоскость стенки канавки со стороны кристалла имеет небольшое отклонение от нормали к поверхности, глубина канавки ~100 мкм, расплав материала на поверхности отсутствует. После разделения приборной пластины потребуется процесс формирования края кристалла, закрытого фоторезистом [1, 6-8].

ISBN: 978-5-6052833-0-0

1

ISBN: 978-5-6052833-0-0

ISBN: 978-5-6052833-0-0

Козлов А.И., Новоселов А.Р. Формирование краёв кристаллов субмодулей для мозаичных, безазорных фотоприемников. Обзор. Книга-плакат. Научная монография. - Новосибирск. Изд.: "Козлов Александр Иванович". 2024. 4 с., ил.

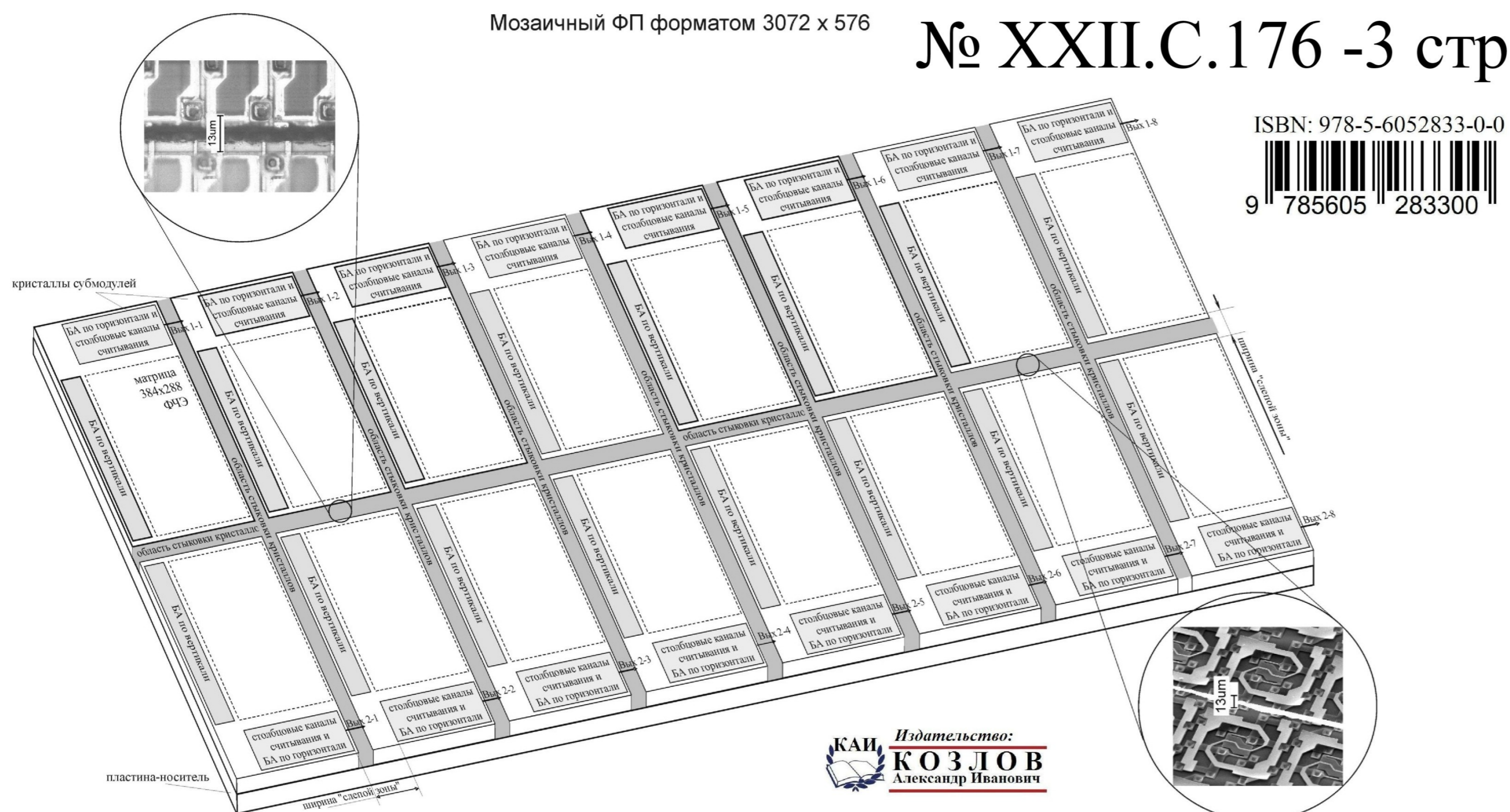
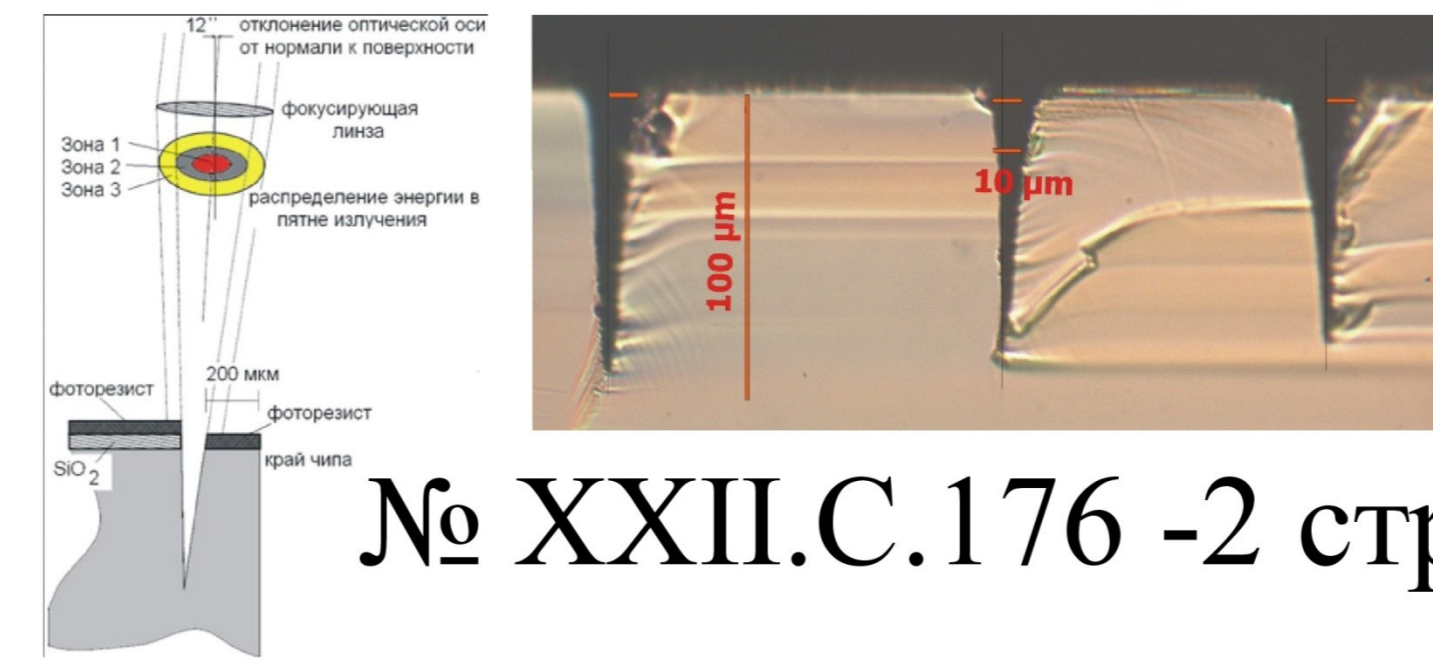


Рис.3 Прототип широкоформатного многодиапазонного мозаичного микроболометрического приемника, чувствительного одновременно в ИК и ТГц спектральных диапазонах.

ISBN: 978-5-6052833-0-0

3

ISBN: 978-5-6052833-0-0



Способ откола края кристалла Откол края кристалла с применением клина, смещенного под кристалл. При таком способе поверхность раскола уходит под кристалл и не мешает безазорной микростыковке субмодулей в МФП. Полученный край может потребовать дополнительной обработки из-за наличия выступа в области дна канавки и небольшого наклона стенки. Для устранения этого тем же лазерным излучением с тыльной стороны кристалла отрезают выступ и устраняют наклон стенки. Результатом является ровная (шероховатость менее 1 мкм), перпендикулярная планарной стороне плоскости, позволяющая совместить два смежных субмодуля практически без зазора между ними [1, 6-8].

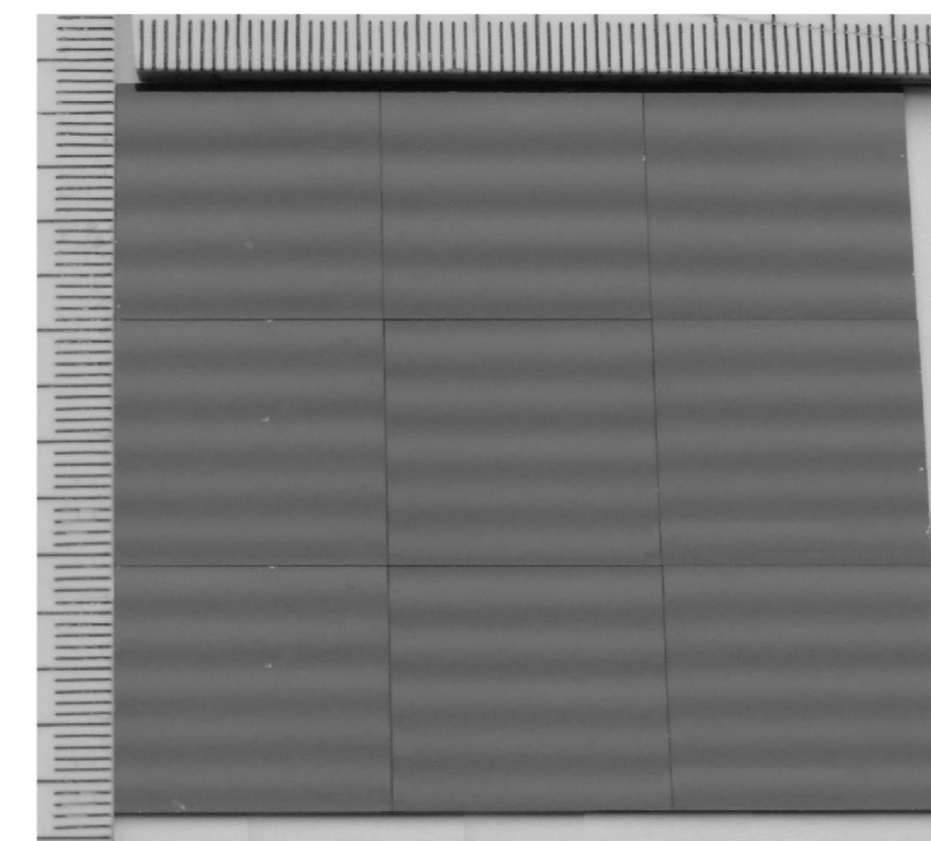


Рис.1 – Иллюстрация микросборки субмодулей в составе МФП.

2

ISBN: 978-5-6052833-0-0

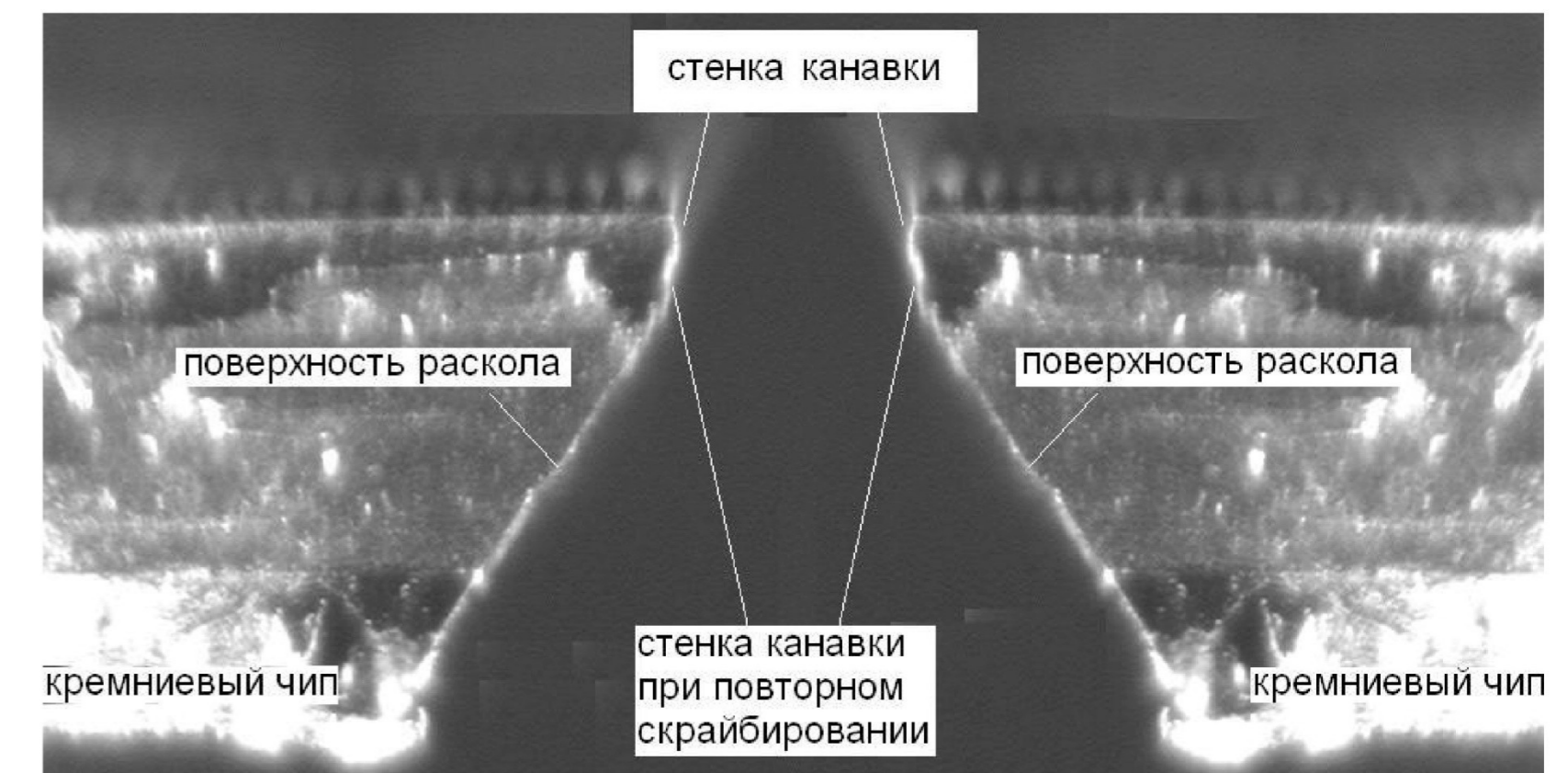


Рис.2 – Вид сбоку совмещенных кристаллов субмодулей.

2

ISBN: 978-5-6052833-0-0

ISBN: 978-5-6052833-0-0

Мозаичные, безазорные фотоприемники сверхвысокой размерности Предлагаемый блок технологического маршрута подготовки краёв кристаллов для микростыковки в МФП [1, 6-8]:
1. Нанесение фоторезиста на поверхность приборной пластины.
2. Стандартная технологическая операция разделения пластины на кристаллы-субмодули.
3. Лазерное формирование края кристалла излучением с длиной волны 0,337 мкм в многопроходном режиме с площадью перекрытия световых пятен ~90%, углом наклона оптической оси излучения 12° к нормали поверхности.
4. Откол края кристалла с применением клина, смещенного под кристалл.
5. Формирование края кристалла с тыльной стороны кристалла (отрезание края кристалла).
6. Стандартная процедура снятия фоторезиста.

Литература:

1. Козлов А. И., Демьяненко М. А., Новоселов А. Р. и др. Мозаичный фотоприёмник с предельной эффективностью преобразования изображений: конструкции и способы его изготовления (варианты) // Патент РФ № RU2731460C1. Опубл. 03.09.2020г. Бюл. № 25.
2. Козлов А. И., Харламов А. Г. Обзор-исследование: Искусство нано- и микрофотозлектроники для конгруэнтности базовых элементов при создании фотоприемников сверхвысокой размерности и микротепловизоров в разных спектральных диапазонах. Монография. Изд.: 3-е, дополн. и перераб. - Новосибирск. Изд.: "Козлов Александр Иванович". 2023. - 180 с., ил., ISBN: 978-5-6049312-1-9.
3. Kozlov A. I., Kharlamov A. G. Matching of NETD and congruence of UHD FPAs based on QWIPs. Publ.: 19th, repro. - Novosibirsk. Publ.: "Kozlov Alexander Ivanovich". 2023. - Eng. - 78 p., il., ISBN: 978-5-6048119-8-6.
4. Козлов А. И., Харламов А. Г. Искусство нано- и микроэлектроники в фотоприёмниках/микротепловизорах. Конгруэнтность базовых элементов в фотоприёмниках сверхвысокой размерности и микротепловизорах разных диапазонов. Обзор. Изд.: 4-е, дополн. и перераб. - Молдавия. Кишинев. Изд. дом: "LAMBERT Academic Publishing". 2023. - 196 с., ил., ISBN: 978-620-6-79212-3.
5. Козлов А. И. Мозаичные фотоприёмники сверхвысокой размерности с максимальной эффективностью преобразования изображений. Научный обзор. Изд.: 2-е, перераб. - Барнаул: ИП "Колмогоров И.А." 2020. - 72 с., ил., ISBN: 978-5-91556-798-5.
6. Квитка В.Е., Лавренов В.А., Блинов В.Д., Мастоюгин С.М. Мозаичный охлаждаемый оптико-электронный преобразователь для телескопа // Материалы XX Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса». Москва. ИКИ РАН. 14-18 ноября 2022г. XX.C.70.
7. Новоселов А.Р. Способ уменьшения зазора между чипами в мозаичных фотоприёмных модулях // Автометрия. 2016. 52, №1, с. 116.
8. Новоселов А.Р. Способ формирования граней чипа для мозаичных фотоприёмных модулей // Патент РФ на изобретение № 2509391. Опубл. 10.03.2014. Бюл. № 7. {не поддерживается}

Acknowledgment The authors are grateful to RAS Academician A. V. Latyshev and to RAS Academician A. L. Aseev - for supporting of the study and useful discussions in process of the presented researches; to Dr. V. N. Fedorin and Dr. Prof. A. G. Kharlamov - for discussions on the realization and the use of MPPA; to Dr. B. I. Fomin - for fabricating ROICs on the experimental base of ISP SB RAS; to Prof., Dr. Yu. G. Sidory, Prof., Dr. M. V. Yakushev and Dr. V. V. Vasiliev - for discussions of given MCT properties; to Dr. M. A. Demjanenko and A. P. Savchenko - for discussing on the given QWIP and SL parameters; and to P. R. Mashevich and A. A. Romanov - for the actual help in fabricating the ROICs on the base of JSC "Angstrom"; to V. N. Gashtold and N. V. Sushecheva - for supporting and help at fabricating ROICs on base of JSC "Vostok Scientific-Production Enterprise".

Издатель: "Козлов Александр Иванович"; aikozlov13@mail.ru, +79137626590; 630084, Россия, г. Новосибирск, ул. Республиканская, д.12, кв.24. Ответственный за выпуск – к.т.н. А.И.Козлов, Подписано в печать 10.01.2024г. Научный редактор – к.ф.-м.н., доцент А.Г.Харламов. Формат А3. Ответственный за тираж – А.М.Мальгин. Тираж 16 экз. Заказ № 931 / 2024г. Отпечатано в полиграфической компании "Алекспресс", ИП "Мальгин А.М.", тел.: 8(383)217-43-46. e-mail: copy@alexpress.ru, веб-сайт: www.alexpress.ru.

ISBN: 978-5-6052833-0-0

4

ISBN: 978-5-6052833-0-0