



Новая концепция создания матриц лавинных фотоприемников для ПЭТ сканеров

А.З. Садыгов^{1,3}, Х.И.Абдуллаев⁵, Н.В.Анфимов, А.Ариффин⁶,
Ф.И. Ахмедов^{1,3}, Ф.Зерроук⁶, И.М.Железных², Р.С.Мадатов³,
Р.М.Мухтаров⁵, А.Г.Ольшевский¹, З.Я.Садыгов^{1,4}, В.В.Чалышев¹

1 – Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна

2 – Институт ядерных исследований РАН, г. Москва

3 – Институт Радиационных Проблем НАНА, г. Баку

4 – Институт Физики НАНА, г. Баку

5 – Национальная Академия Авиации, г. Баку

6 – Zecotek Photonics Singapore Pte, Ltd., Singapore





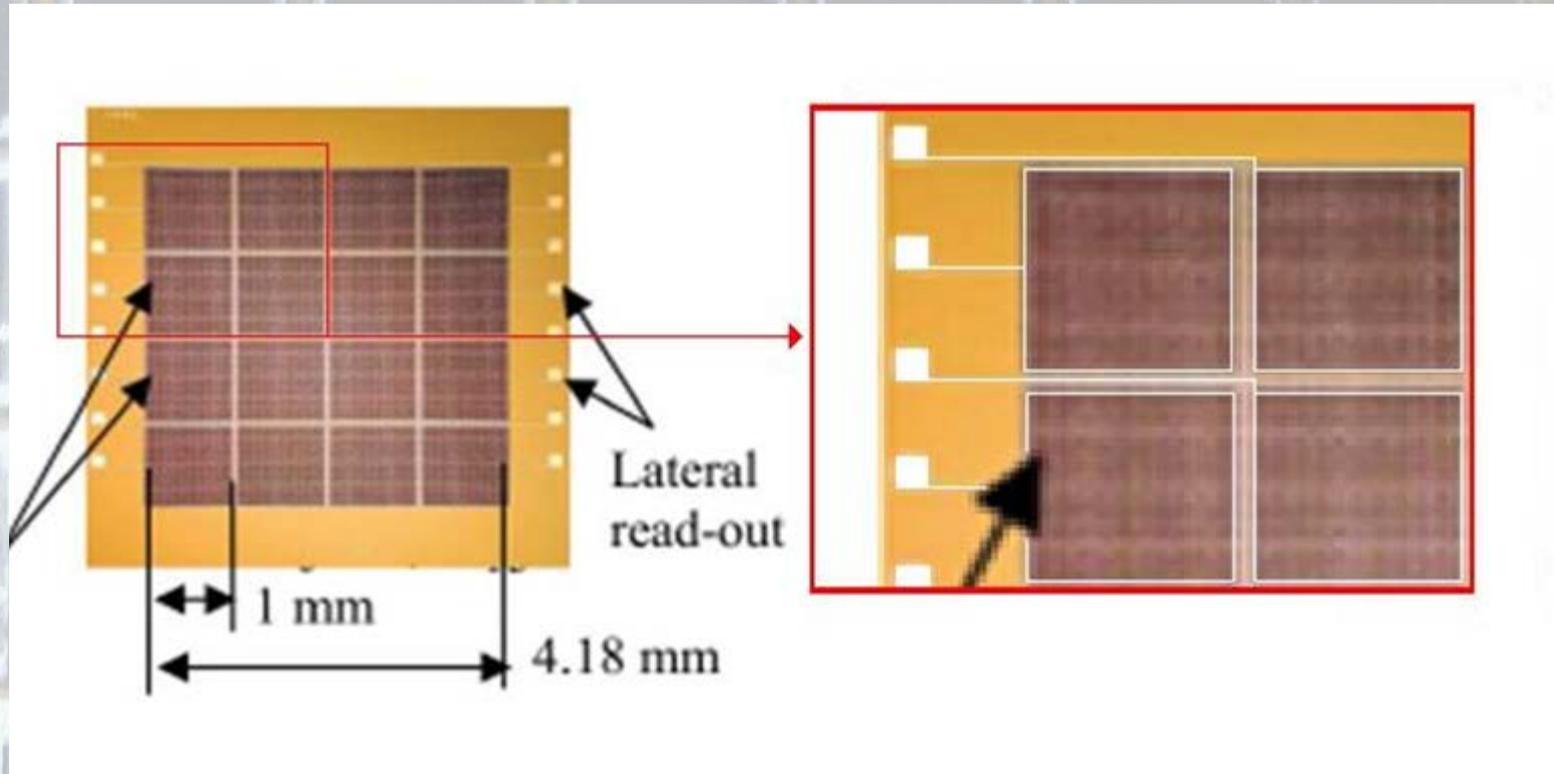
Требования к матричным фотоприемникам

В последние годы широко обсуждаются различные типы микропиксельных лавинных фотодиодов (МЛФД) и матрицы на их основе. Например, для новых медицинских ПЭТ сканеров, а также для современных детекторов Физики Высоких энергий требуются матричные МЛФД со следующими параметрами:

- широкий диапазон линейности фотоотклика (или высокая плотность пикселей),
- высокая эффективность детектирования фотонов,
- минимальная нечувствительная площадь, как между элементами, так и по периметру матрицы (min “геометрического фактора матрицы”),
- низкая себестоимость.

Настоящая работа посвящена решению последних двух проблем матричных МЛФД а именно уменьшению нечувствительной площади («геометрического фактора») и себестоимости матрицы.

Пример монолитной матрицы





Проблемы имеющих матриц

Из научной литературы известна, так называемая, монолитная матрица, изготовленная на единой кремниевой подложке [1]. К проблемам таких матриц можно отнести их высокий геометрический фактор и высокую себестоимость продукции.

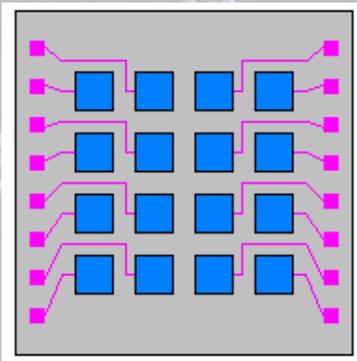
Дело в том, что с увеличением числа элементов возникает серьезная проблема, связанная с выводом контактов со среднего участка матрицы. Для обеспечения контакта используются специальные металлические полоски, изолированные как от подложки, так и от элементов матрицы. Один конец полоски соединен с элементом матрицы, а другой – с металлическим контактом (штырем) прибора, расположенным по периметру матрицы фоточувствительных элементов.

[1]. *N. Dinu, et all. Characteristics of a prototype matrix of Silicon Photo Multipliers (SiPM). – JINST, 4, P03016, (2009).*

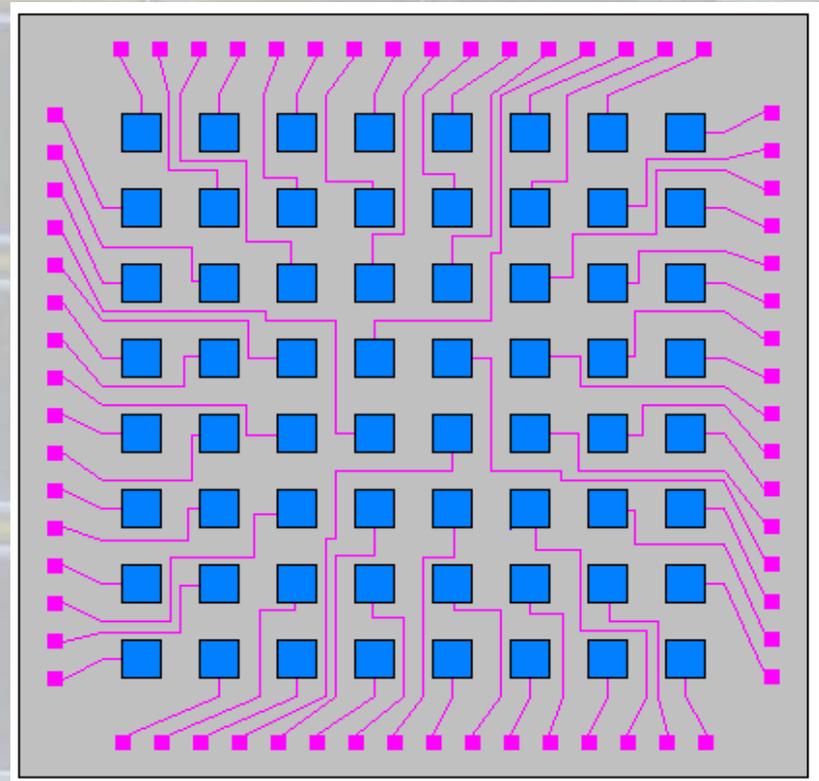
Проблемы имеющихся матриц (ухудшение геометрического фактора)

Как видно из рисунка, металлические полосы располагают между фоточувствительными элементами, что приводит к уменьшению доли чувствительной площади матричного фотоприемника. Это приводит к резкому увеличению нечувствительной площади матричного фотоприемника

16-элементная монолитная матрица



64-элементная монолитная матрица



Вывод: при увеличении число элементов геометрический фактор монолитной матрицы ухудшается (увеличивается).



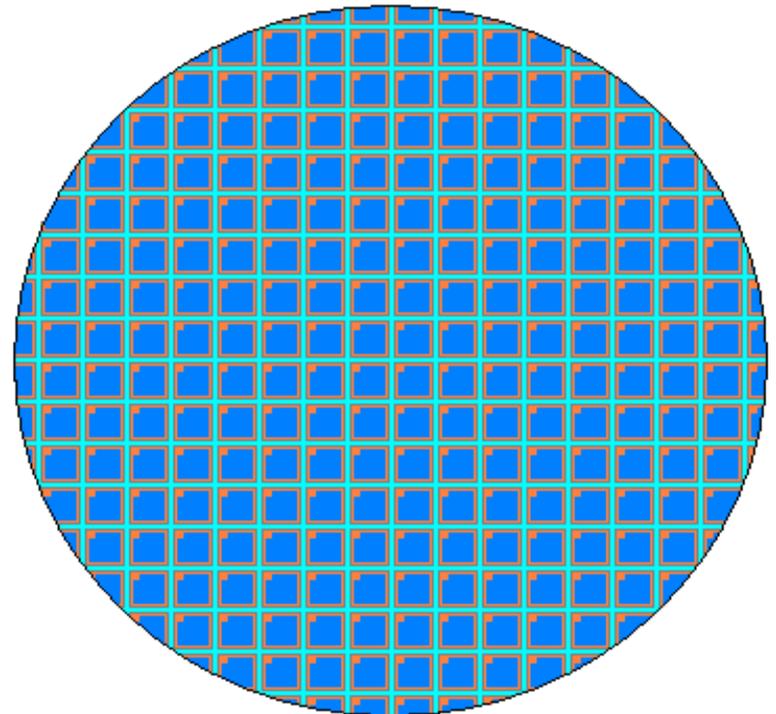
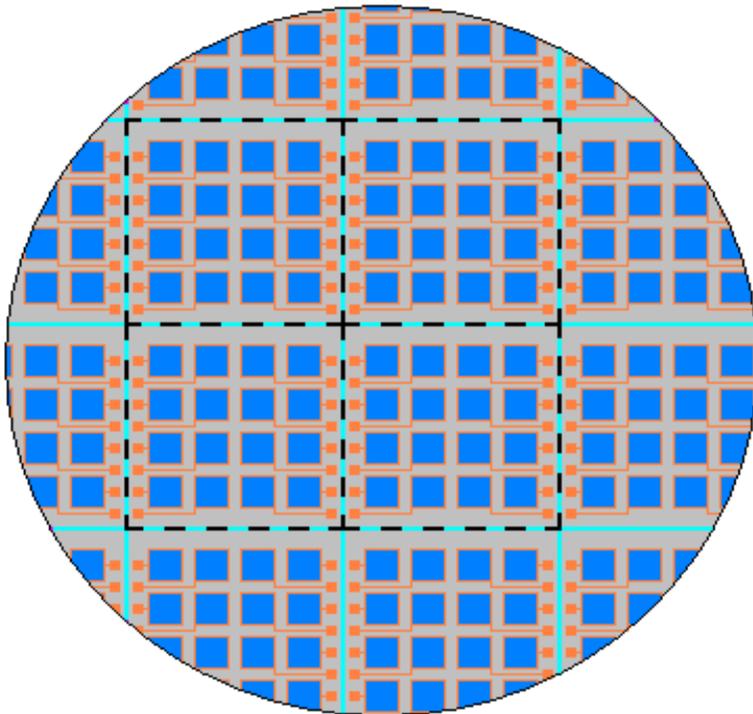
Сравнение двух подходов к созданию матриц МЛФД

Известная монолитная матрица,
при которой используется только
часть пластины.

(Рост стоимости матрицы!)

Предложенный подход: использовать
пластину с одиночными МЛФД
элементами для сборки матрицы. При
этом используются до 90% площади
пластины.

(Снижение себестоимости матрицы!)



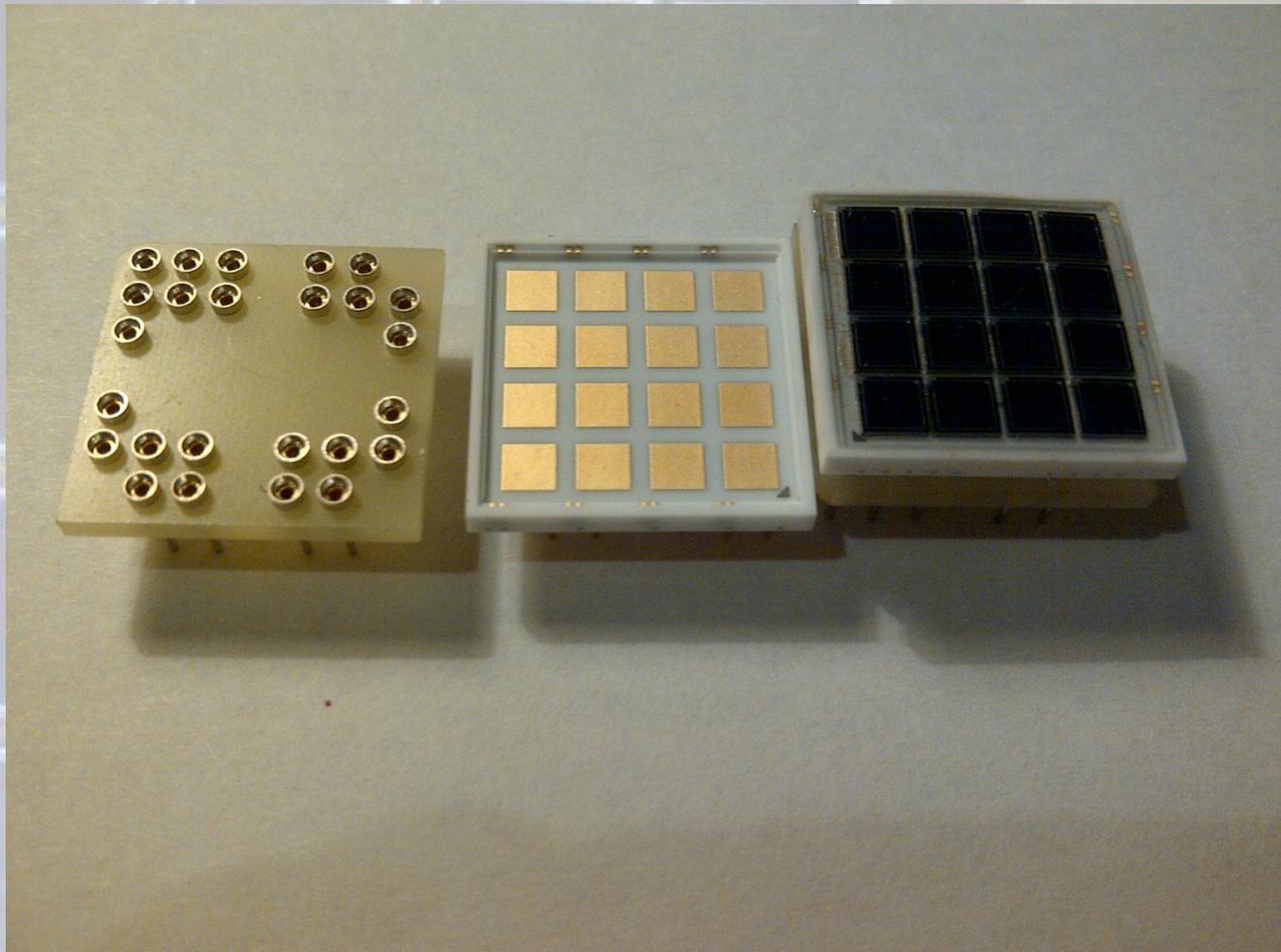
Последовательность изготовления матрицы МЛФД



1. Изготовление органического или керамического корпуса, имеющего 16 металлических посадочных мест. Посадочные места имеют индивидуальные сквозные металлизированные отверстия для вывода контакта в обратную сторону корпуса
2. Приклеивание одноэлементных МЛФД к соответствующим посадочным местам корпуса. Зазор – 50мкм. Клей – проводящий.
3. Соединение верхних электродов МЛФД между собой и с боковой шиной. Это – общий контакт элементов матрицы.

Индивидуальные электроды МЛФД, расположенные на обр. стороне корпуса.

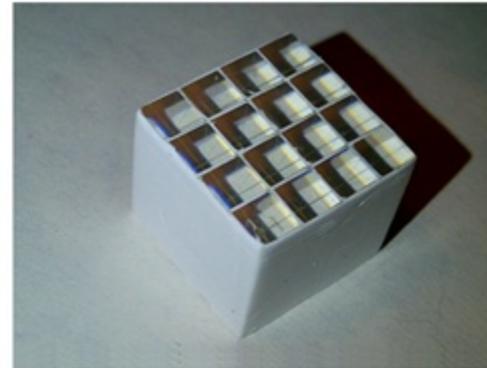
Электроды, корпус, матрица МЛФД (Zecotek Photonics Singapore Pte, Ltd)





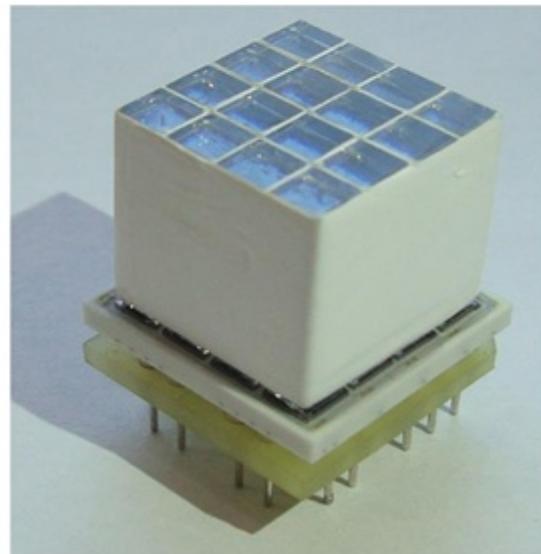
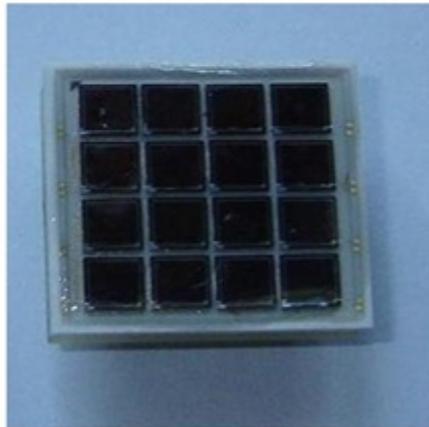
Лабораторный образец 16-канального сцинтилляционного детектора

Сцинтилляторы
LFS, $3 \times 3 \times 10 \text{ мм}^3$



4*4 матрица
LFS

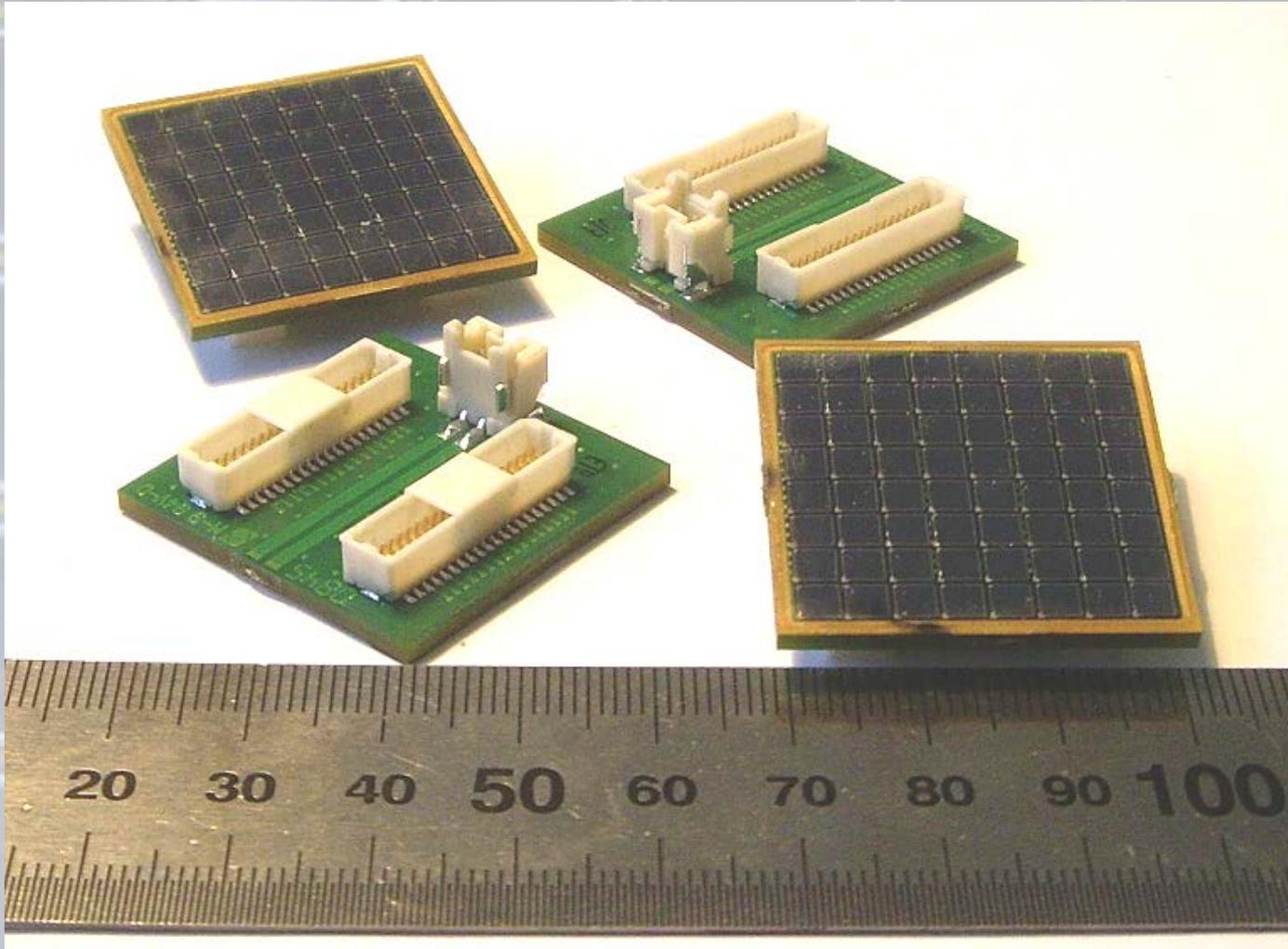
4*4 матрица
МЛФД



16 канальный
сцинт.детектор



Заводской образец 64-канальной матрицы МЛФД (Zecotek Photonics Singapore Pte, Ltd)





ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Таким образом, предложен и экспериментально подтвержден новый способ изготовления наиболее дешевого и компактного матричного лавинного фотоприемника практически с любым количеством элементов.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

