



## Новая концепция создания матриц лавинных фотоприемников для ПЭТ сканеров

А.З. Садыгов<sup>1,3</sup>, Х.И.Абдуллаев<sup>5</sup>, Н.В.Анфимов, А.Ариффин<sup>6</sup>,  
Ф.И. Ахмедов<sup>1,3</sup>, Ф.Зерроук<sup>6</sup>, И.М.Железных<sup>2</sup>, Р.С.Мадатов<sup>3</sup>,  
Р.М.Мухтаров<sup>5</sup>, А.Г.Ольшевский<sup>1</sup>, З.Я.Садыгов<sup>1,4</sup>, В.В.Чалышев<sup>1</sup>

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





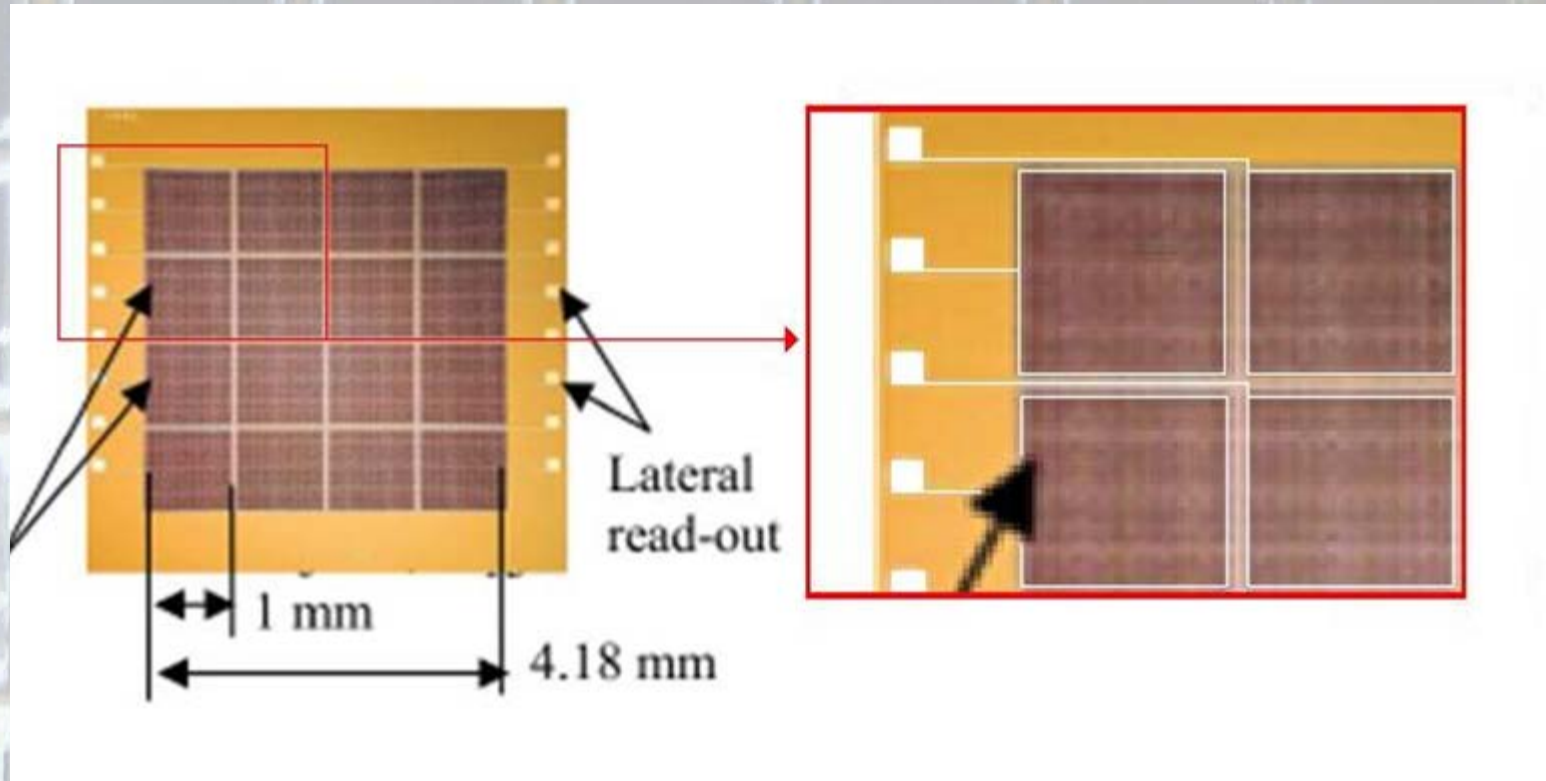
## Требования к матричным фотоприемникам

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.

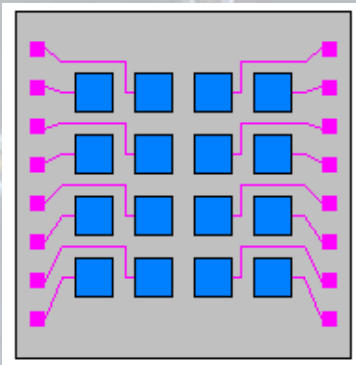
Дело в том, что с увеличением числа элементов возникает серьезная проблема, связанная с выводом контактов со среднего участка матрицы. Для обеспечения контакта используются специальные металлические полоски, изолированные как от подложки, так и от элементов матрицы. Один конец полоски соединен с элементом 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).*

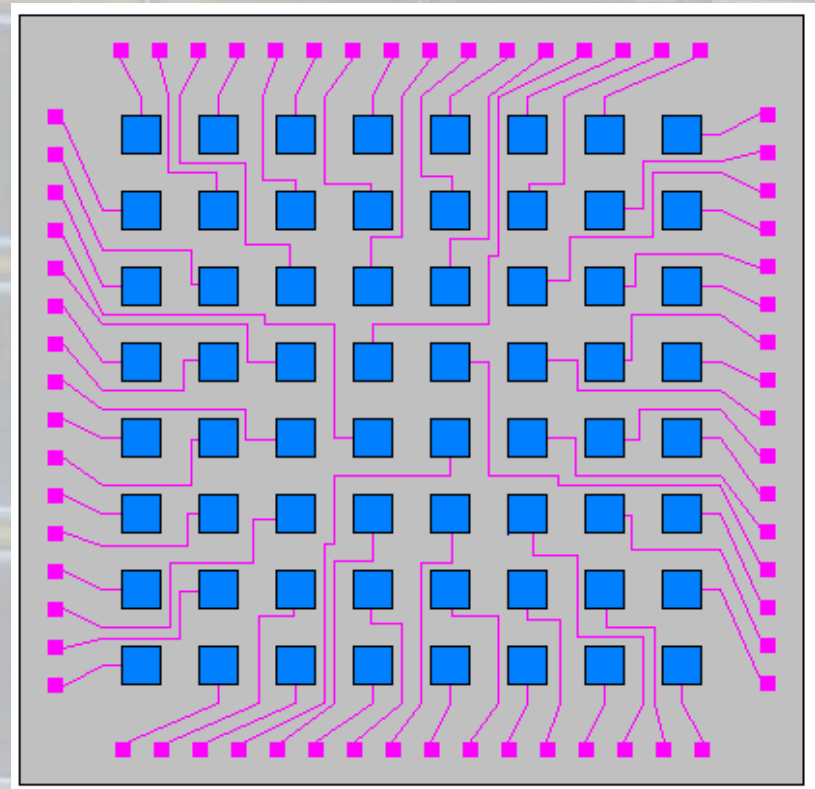
## Проблемы имеющихся матриц (ухудшение геометрического фактора)

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).



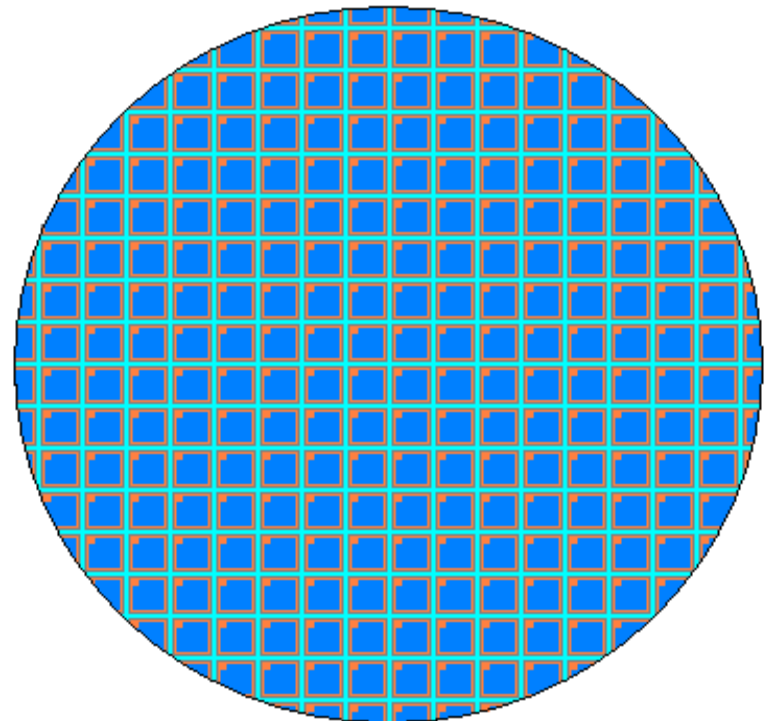
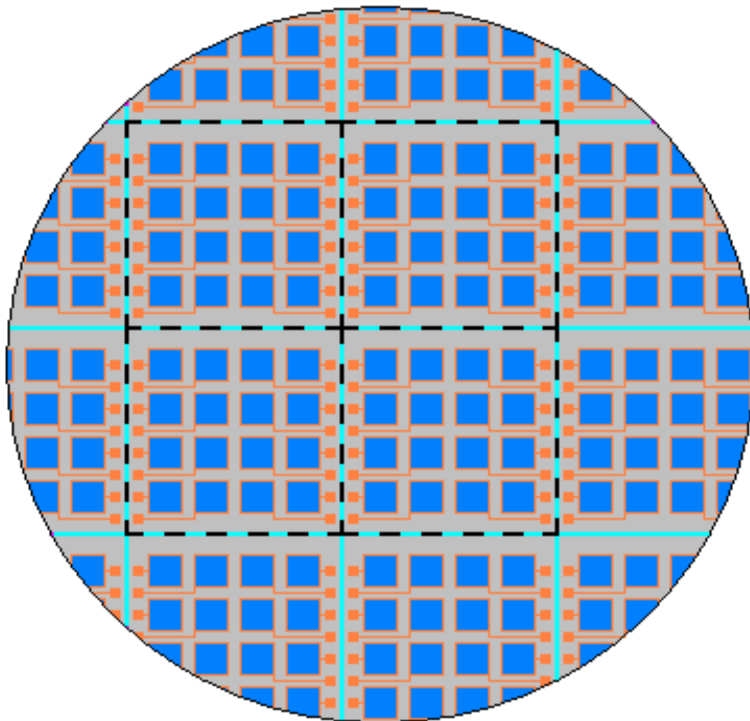
## Сравнение двух подходов к созданию матриц МЛФД

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!)**



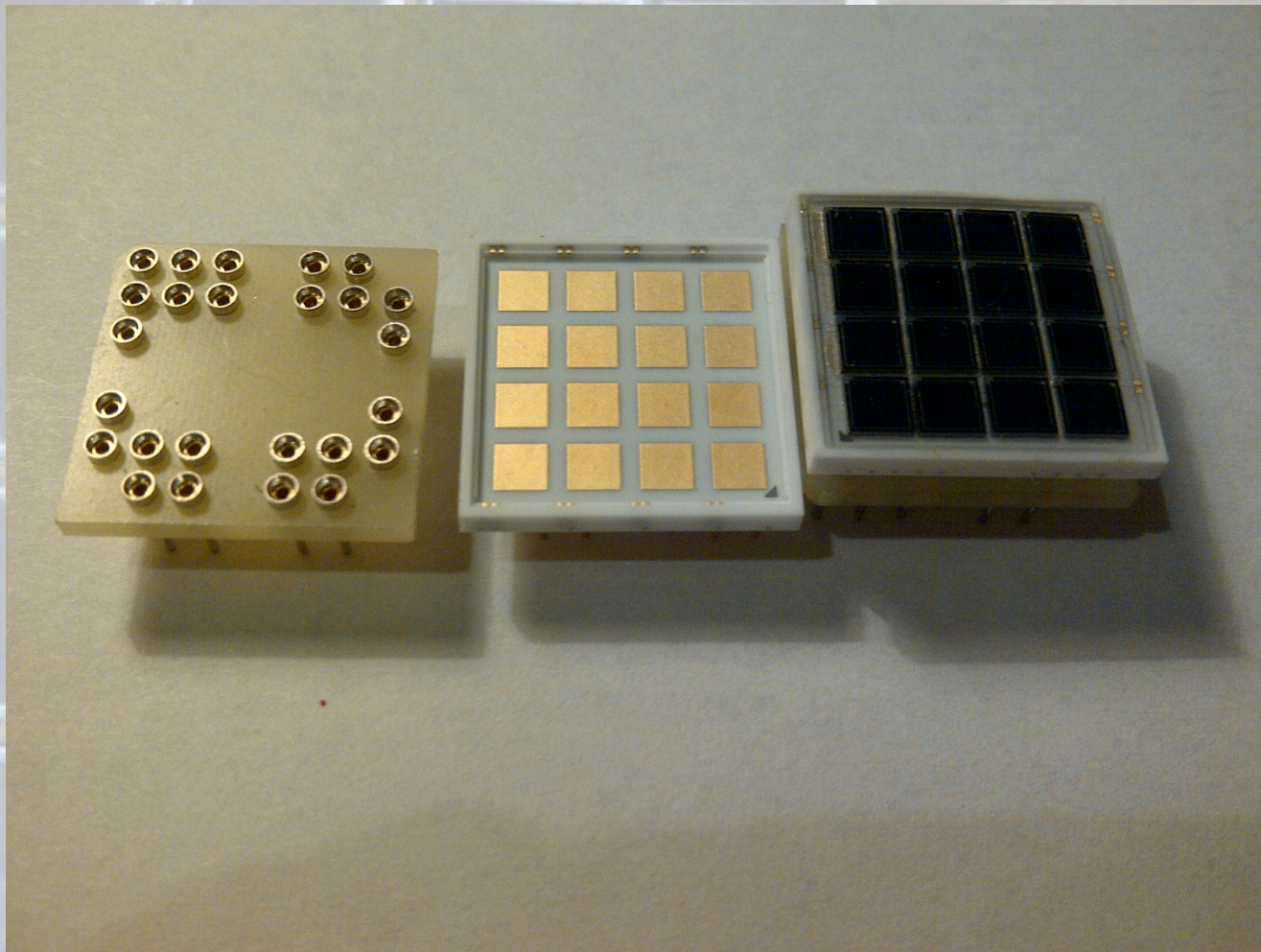
## Последовательность изготовления матрицы МЛФД



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)

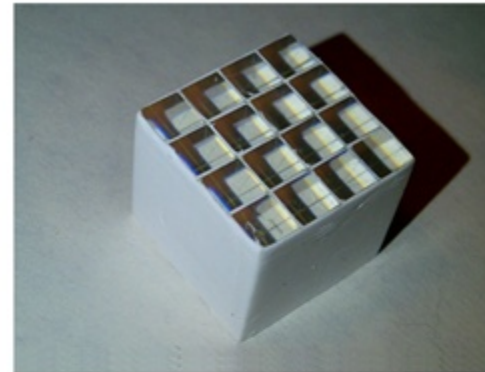






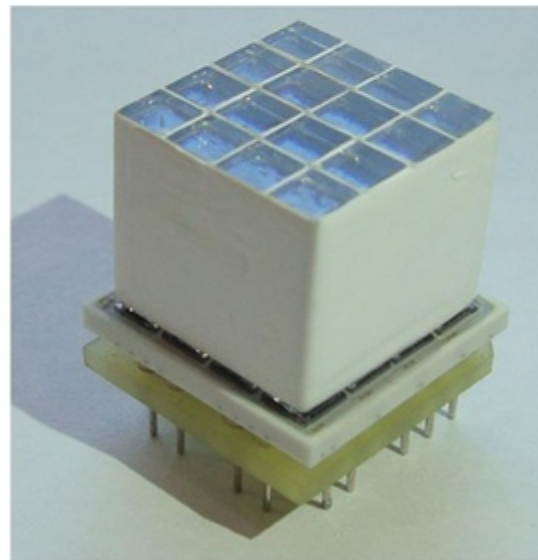
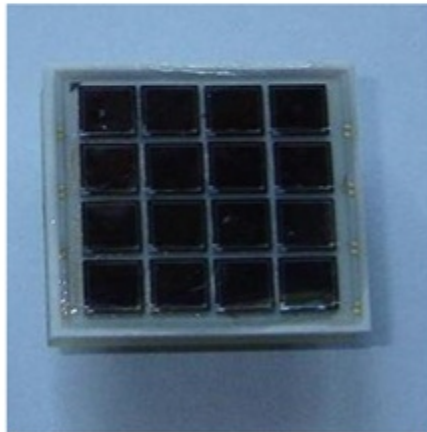
# Лабораторный образец 16-канального сцинтилляционного детектора

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



4\*4 матрица  
LFS

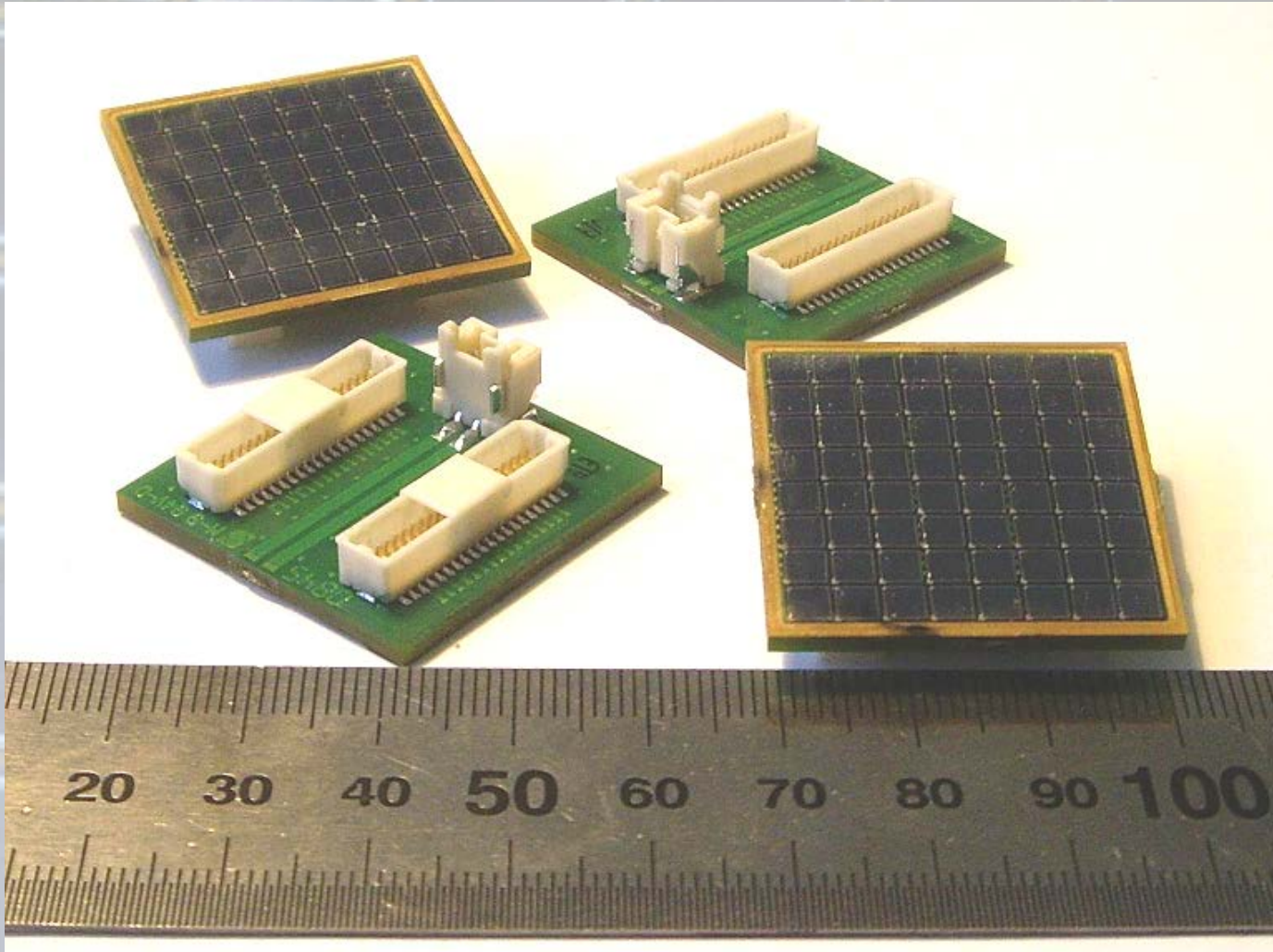
4\*4 матрица  
МЛФД



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!**

