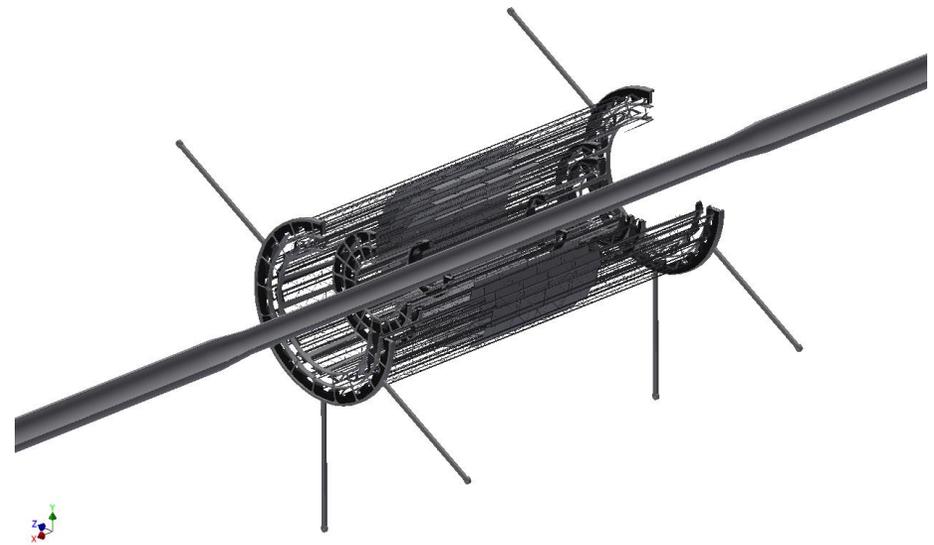
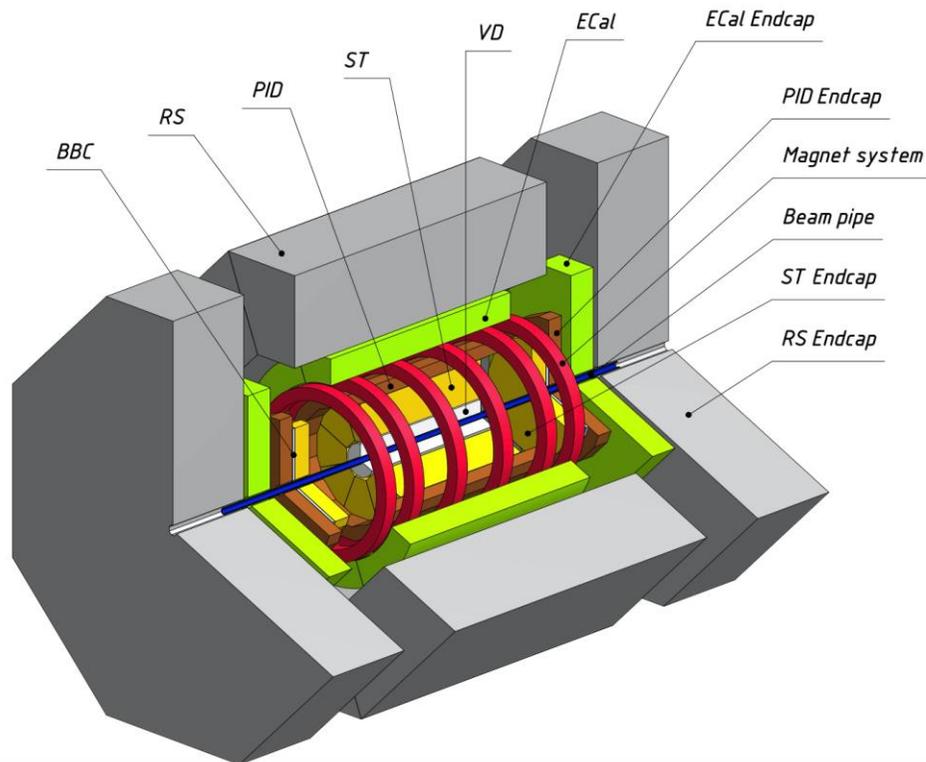
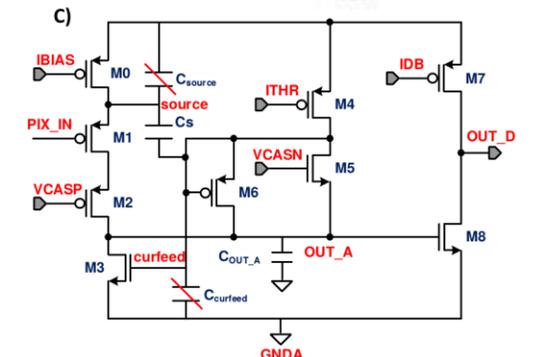
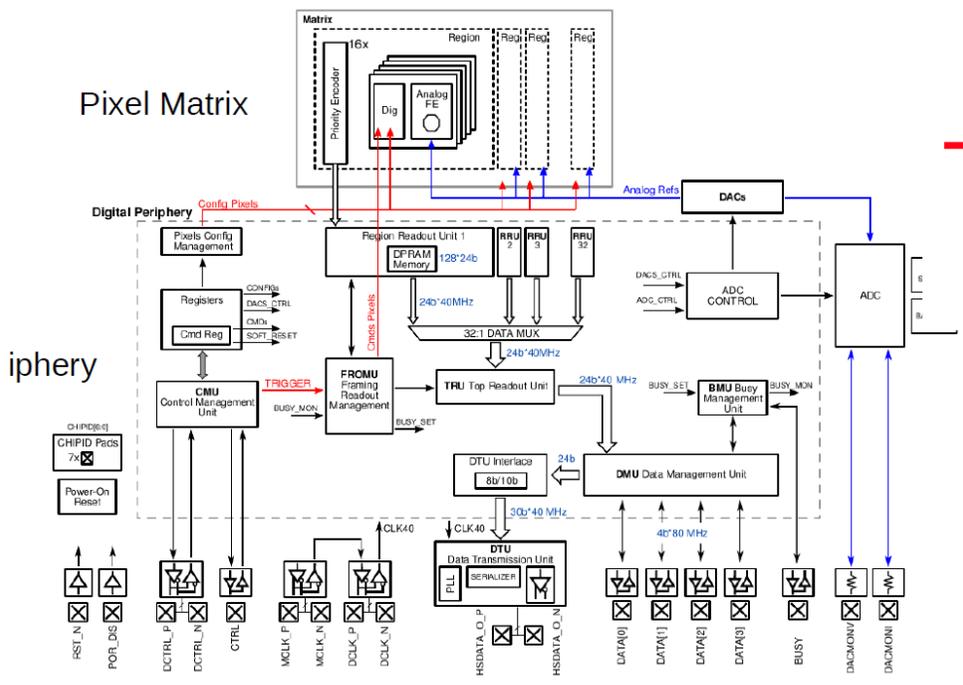
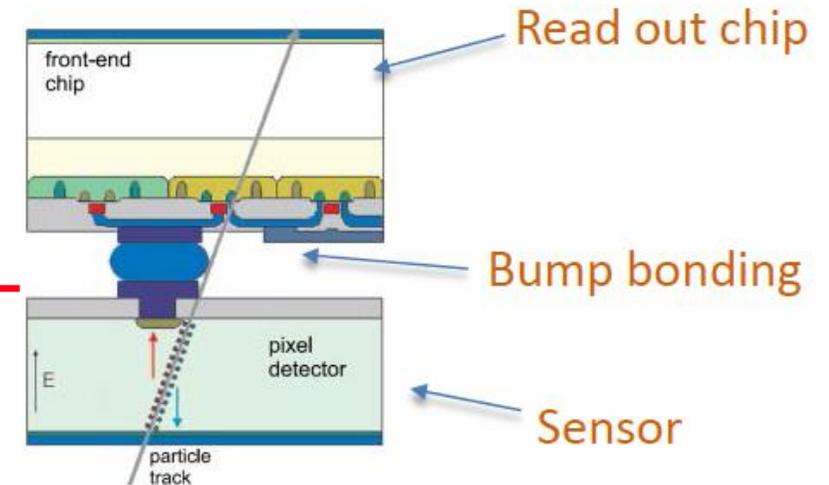
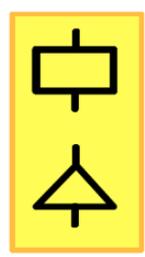
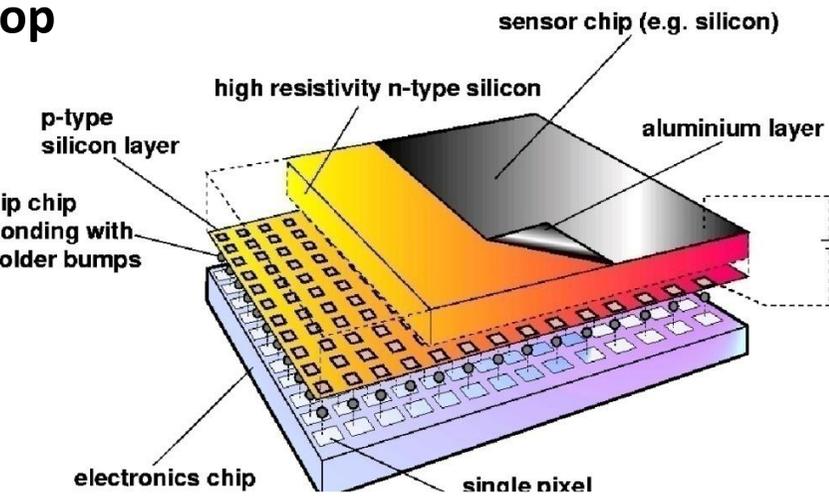
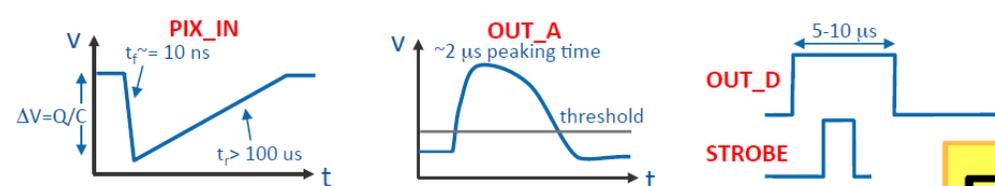
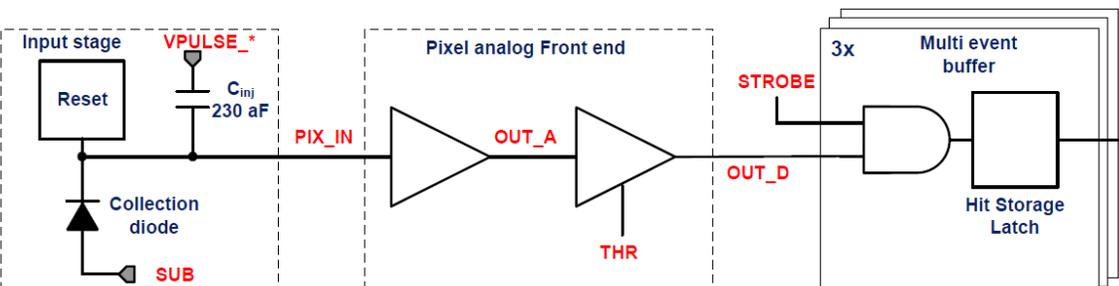


Разработка гибридного MAPS



Зеленоград 20.10.2022

Гибридный пиксельный детектор



Техническое задание

Сенсор ионизирующего излучения

Размер ячейки, мкм	от 25x25 до 100x100
Эпитаксия p+, мкм	25 – 50 ?
Допустимая толщина кремния за эпитаксией, мкм	50 ?
Кол-во заряда в событии, электрон	5 000 ?
Время сброса, мкс	2 ?

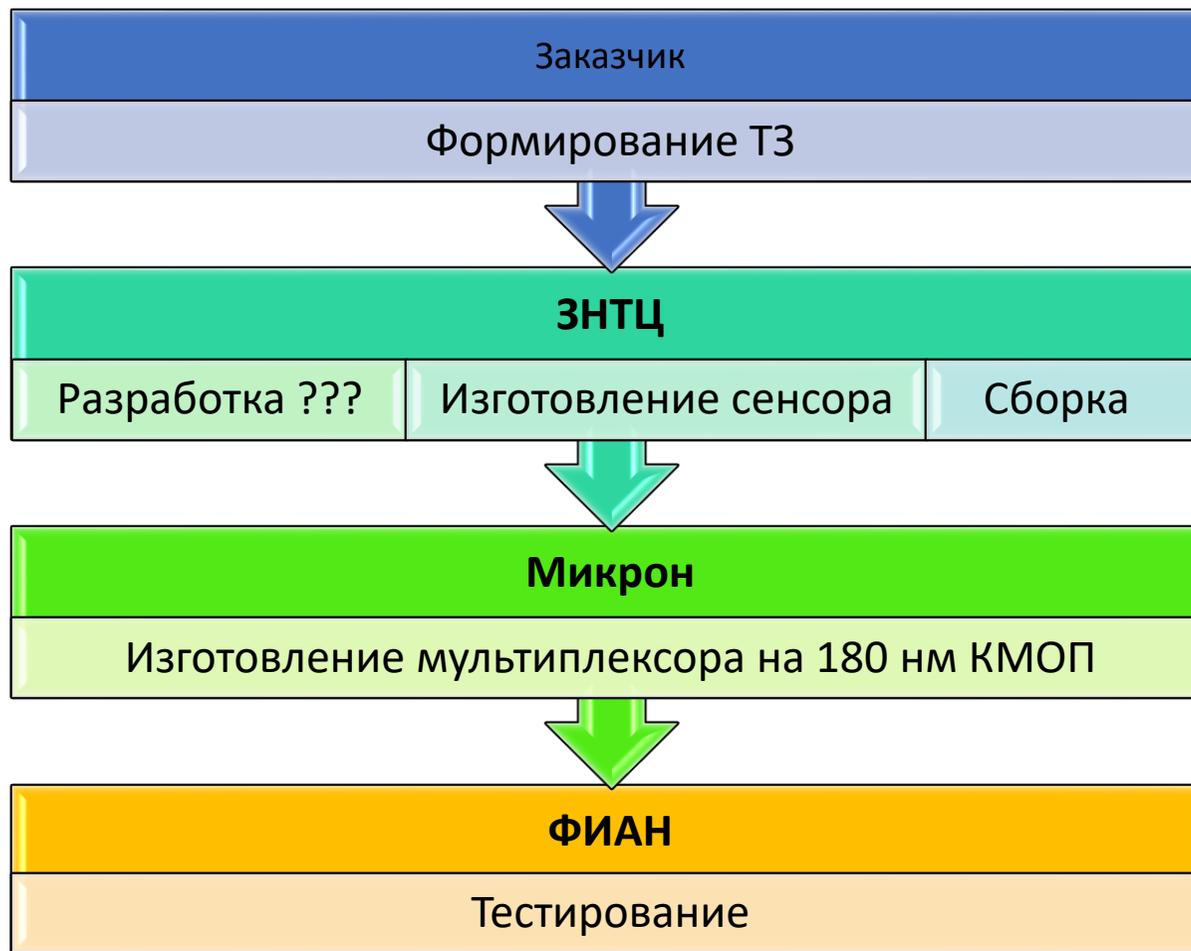
Соединятся кристаллы будут посредством индиевых столбиков по флип-чип технологии

Мультиплексор

массив усилителей с зеркальной геометрией контактов ячеек

Размер ячеек, мкм	от 25x25 до 100x100
Технология	КМОП 180 нм
Допустимая толщина кремния, мкм	100 ?
Рад.стойкость	?
Допустимая потребляемая мощность, мВт/см ² .	300 ?

Схема взаимодействия



В лаборатории ЗНТЦ уже есть успешный опыт сборки пиксельных детекторов для проекта АТЛАС ЦЕРН. Так же в стране есть опыт создание нужных эпитаксиальных слоев, мультиплексоров, но полностью готового проекта, который можно было бы адаптировать пока нету, и для этого потребуется проведение ряд поисковых исследовательских работ.

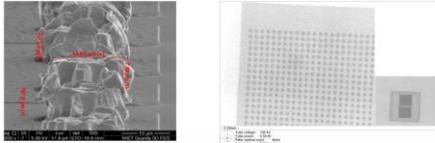
Дополнительно

Сборка пиксельных детекторов для ATLAS

10.04.2019

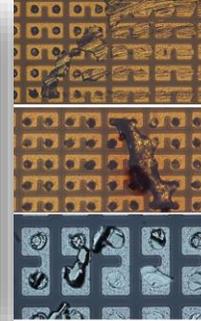
Daisy chains flip chip and tests in Moscow

Sergey Zmeev, Polina Nechaeva, LPI Moscow

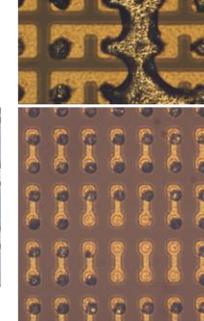
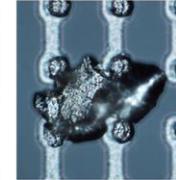


Daisy chains

- 30 pairs of daisy chain chips from Leonardo, thanks to Gianluca Allimonti
- same size as FEI chips, but uniform bump pitch of 50x50 μm^2
- 336 columns x 400 bumps, total of 134400 bumps, 40000 bumps/cm²
- arrived 20.03.2019
- up to now assembled 10 pairs: 5 chips - 150 μm and 5 chips - 250 μm
- measured R for 5 chips
- thermocycled 5 assemblies 40 times



Defects :(



Test Example №1, 150 μm , short chains

40 Cycles -55 + +55 °C (20 hours)

№	№ Pad left	№ Pad Right	After Assembling		After Thermo Cycling	
			U _{meas} , V	R, KOhm	U _{meas} , V	R, KOhm
1	5	5	-	220	10	10
2	21	21	-	220	8	8
3	23	23	-	160	9	9
4	25	25	8	150	12	12
5	29	29	-	150	12	12
6	31	31	-	130	14	14
7	52	52	-	110	12	12
8	53	53	220	13	-	11
9	55	16	220	16	-	-
10	131	131	220	15	-	16
11	133	133	220	10	-	11,5
12	139	139	220	15	-	40
13	141	141	-	-	280	14
17	289	289	220	16	-	9,4
18	290	290	220	12	-	10,6
19	293	293	220	10	-	10,9
20	328	210	-	-	-	-
21	329	210	-	-	-	-
22	330	210	-	-	-	-

The digits are the gap values in μm

The pads from 5 to 52 are those where the gap is 4 μm , so they were short-circuited. After thermal cycling the chains appeared to become separated, and it has become possible to measure the resistance for each individual chain!

Test Example №2 150 μm

40 Cycles -55 + +55 °C (20 hours)

№	№ Pad left	№ Pad Right	After Assembling		After Cycling	
			U _{meas} , V	R, KOhm	U _{meas} , V	R, KOhm
1	25	25	210	10	10	9,5
2	27	27	210	9	10	11
3	81	185	200	11	11	12
4	183	188	190	12	12	12
5	185	185	185	13,7	13	13
6	187	187	185	12,5	13,7	13,7
7	193	193	185	9	10	10
8	197	197	185	17,5	16	16
9	199	199	205	16	16	13
10	201	201	215	11	11	16
11	203	203	205	11	12	12
12	217	217	200	10	10	11
13	219	219	230	9	9	12
14	221	221	220	15	-	14
15	223	223	215	14	-	14
16	225	225	220	15	15	15
17	227	227	220	16	16	16
18	229	229	220	17	17	17
19	231	231	220	12	16	16
20	238	238	220	15	15	15
21	235	235	220	12	17	17
22	237	237	220	10	14	14

The digits are the gap values in μm

We used DC Voltage from 160 to 240 V, and a few times switch off switch on

Test Example №3 Long Chain 54 kg

40 Cycles -55 + +55 °C (20 hours)

№	№ Pad left	№ Pad Right	After Assembling		After Thermos cycling	
			U _{meas} , V	R, KOhm	U _{meas} , V	R, KOhm
1	2	2	330	20	-	-
2	3	3	160	11	-	8,6
3	4	4	200	10	-	14,5
4	5	5	240	11,7	-	7,6
5	6	6	240	9,5	-	13,7
6	7	7	270	10,5	-	11,7
7	8	8	220	16	-	-
8	9	9	230	12,5	-	9,2
9	10	10	240	19,5	-	10,8
10	20	20	280	12	-	38
11	101	101	210	9	-	9
12	102	102	200	9	-	9
13	103	103	210	10,5	-	9
14	125	127	367	5,6	-	-
15	143	143	350	3,5M	-	-

The digits are the gap values in μm

Parameter	Value
Pressure	94 kg
Temperature alignment	80 °C
Temperature flip-chip	90 °C
Time for all process	120 s

Conclusions and plans

- Looks like we have found rather good conditions for flip chip procedure for these particular bump material and density
- Continue assembling the remaining chips trying different thermocompression profiles
- Organize working place with automatic probe measurements
- Optimize assembling - R-measurement - thermocycling procedure to save time and space

Some images

Cleanroom assembling laboratory

Laboratory have 170 m²:

- ✓ Cleanroom
- Classifications DIN EN ISO 14644-1-2016 (10 000 - 0,1/1m³), 22 ± 1 °C
- ✓ Bulk system (CDA, N₂, VAC, DIW, CoW, Drain Organic exhaust, exhaust)
- ✓ Automation microclimate

Сборка пиксельных детекторов для ATLAS

18.11.2020

2015-2016: resistive chain assembling

Infrastructure and main equipment for assembling



Clean room of 170 m²:

- ✓ ISO7 (10 000), 22 ± 2 °C
- ✓ Trunk energization (CDA, N₂, VAC, DIW, CoW)
- ✓ Automated control of basic parameters

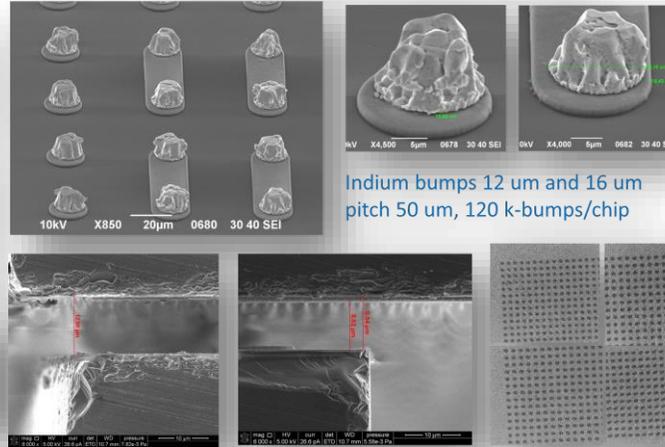
Flip-Chip equipment – SET FC300

- F up to 4000 N
- T up to 450 °C
- Precision 0,5 um
- Chips 50 mm – table 200 mm

Quantax XFlash 6 Visteck INM 100

Dage 7600NT Dage 4000 PLUS Bondjet BJ820 Cascade summit FEL Quanta 3D FEG Nikon L200

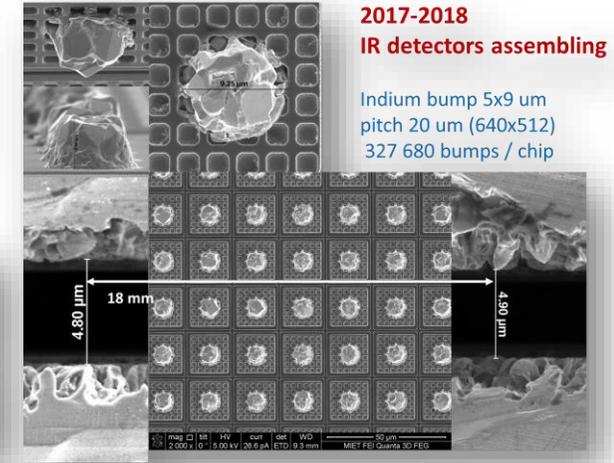
Sergey Zmeev LP



Indium bumps 12 um and 16 um pitch 50 um, 120 k-bumps/chip

2017-2018
IR detectors assembling

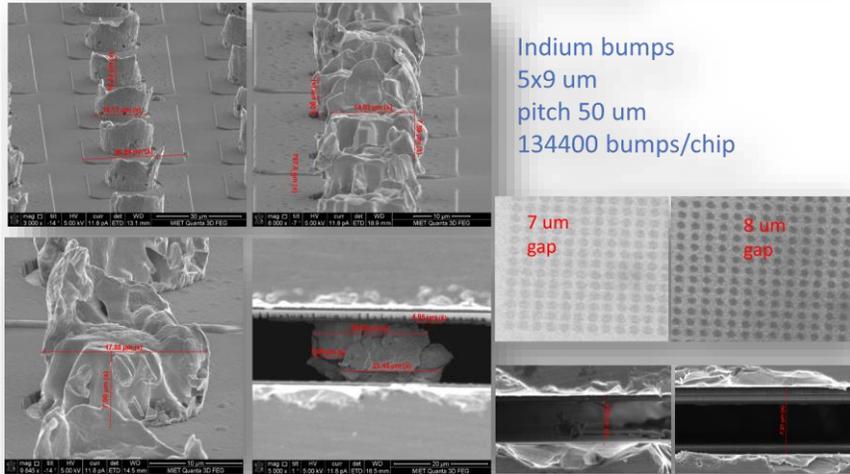
Indium bump 5x9 um pitch 20 um (640x512) 327 680 bumps / chip



2019 daisy chain assembling

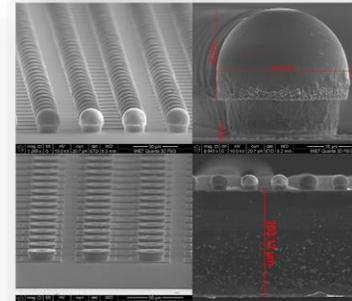
2019 : daisy chains assembling

Sn bumps 30x30 um pitch 50 um



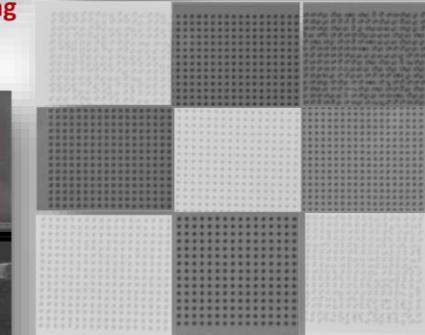
Indium bumps 5x9 um pitch 50 um 134400 bumps/chip

7 um gap 8 um gap



Profile 5_19.07.2019

Arm , T_t_T	Chuck, T_t_T	Force , T_m_T
40_240_35	40_220_35	0_50_x_x
35_190_0	35_190_0	10_5000_20_x_x
		5_0_25_x_x

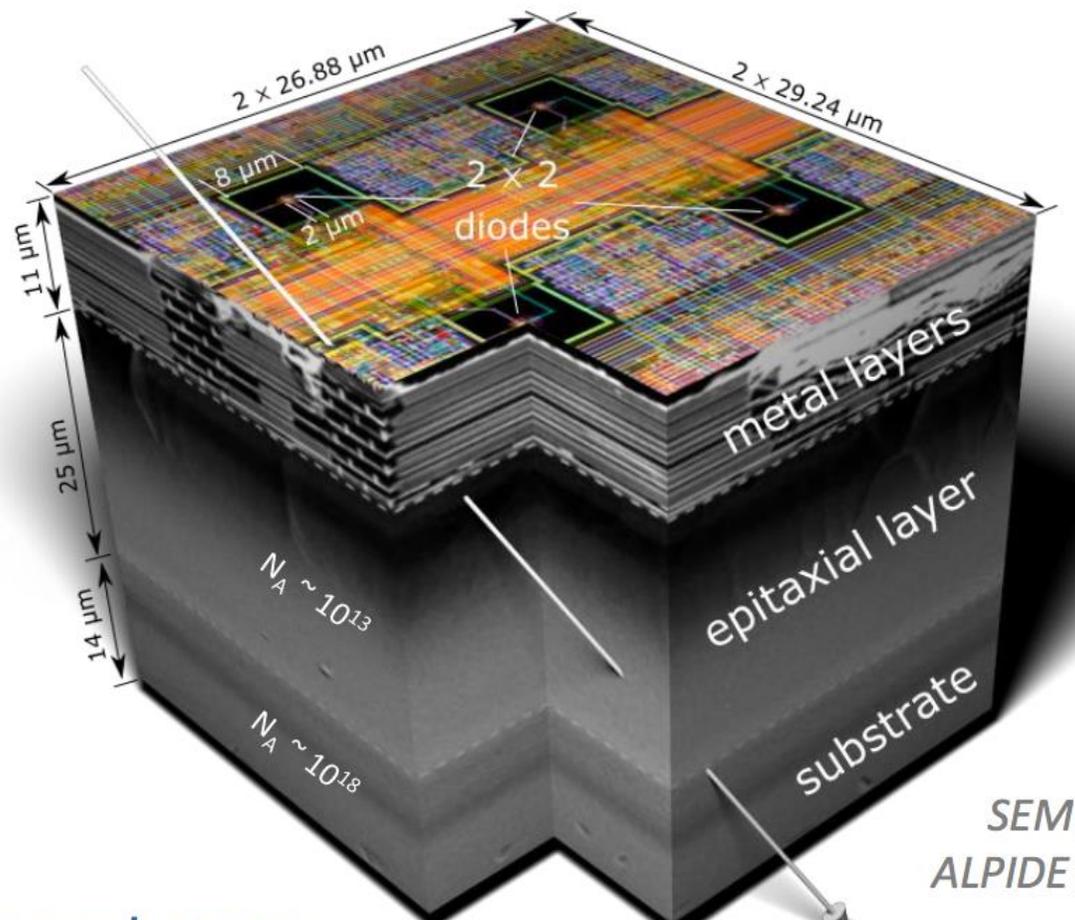
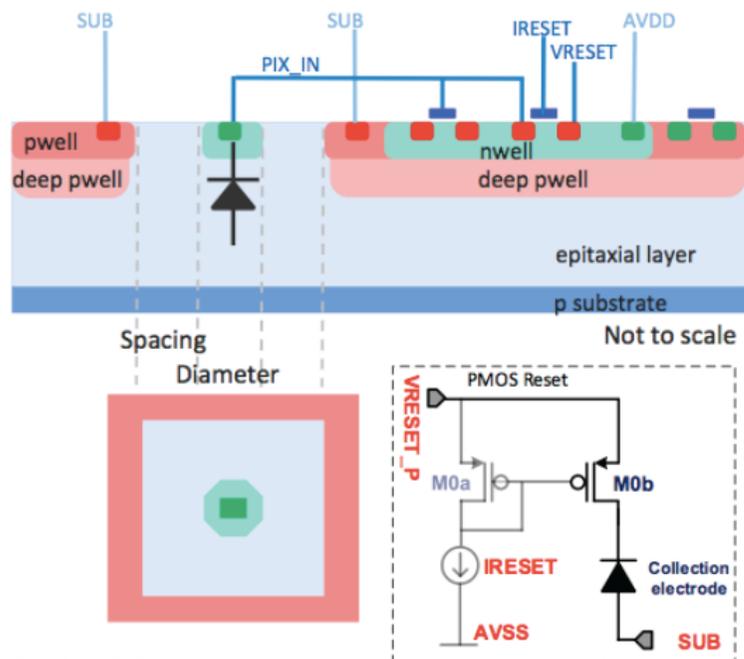


MAPS от TowerJazz 0.18 μm CMOS

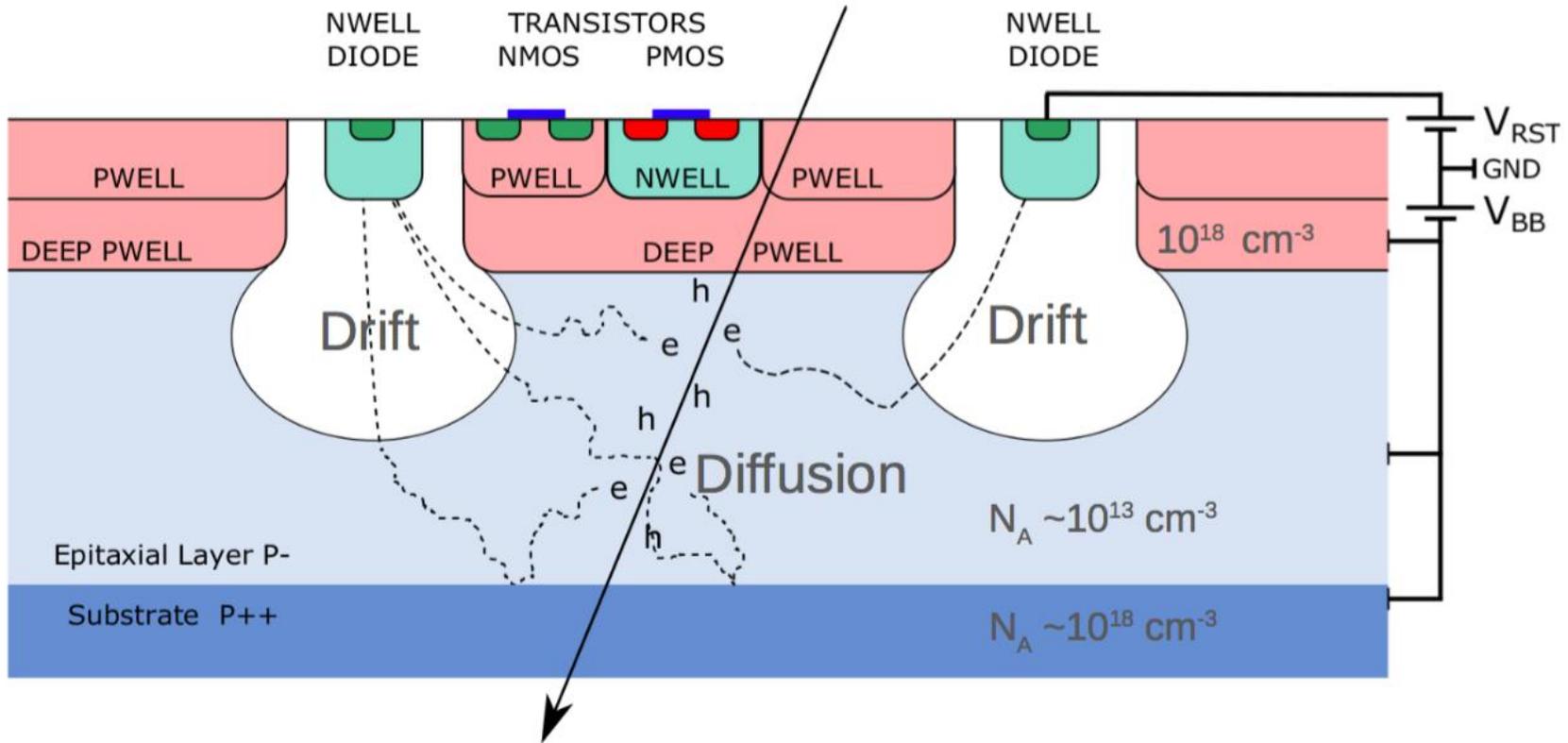
Пластина из высокоомного кремния (более $1\text{КОм}\cdot\text{см}$) с эпитаксией $25\ \mu\text{м}$ p-типа на подложке p-типа

Диод n-well ($\varnothing 2\ \mu\text{м}$) в 100 раз меньше чем размер пикселя ($27\times 29\ \mu\text{м}^2$)

Напряжение обратного смещения подается к увеличенной обеднённой



CMOS Monolithic Active Pixel Sensors



Thin sensors ($50 \mu\text{m}$), high granularity ($\sim 30 \times 30 \mu\text{m}^2$), large area (10 m^2)
 moderate radiation (TID 2.700 Mrad & NIEL 1.7
 $10^{13} \text{ 1 MeV n}_{\text{eq}}/\text{cm}^2$)