

## 10. МИКРОКАНАЛЬНЫЕ ПЛАСТИНЫ

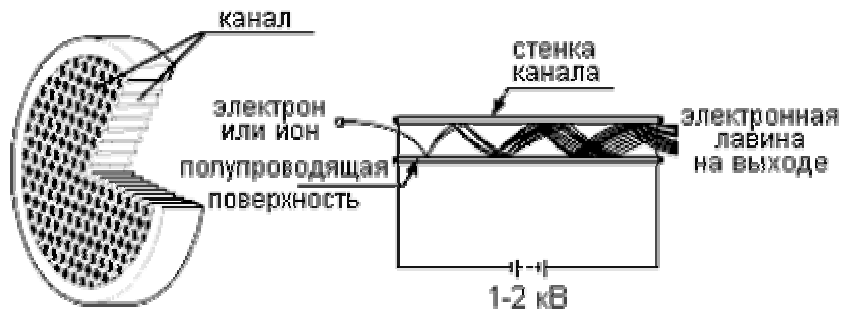


Рис. 31. Конструкция микроканальной пластины.

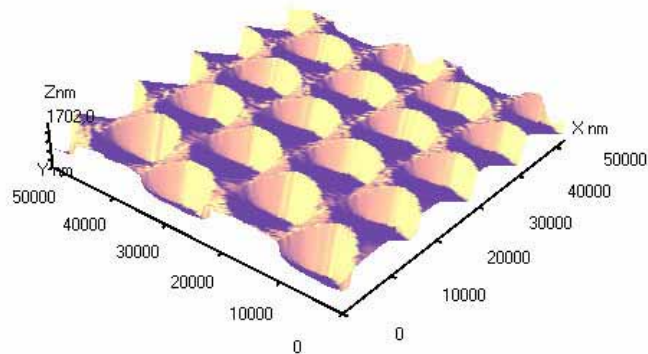


Рис. 32. Микроканальная пластина.

Микроканальные пластины (МКП) представляют собой сотовые структуры, образованные большим числом стеклянных трубок (каналов) диаметром 5-15 мкм с внутренней полупроводящей поверхностью, имеющей сопротивление от 20 до 1000 МОм. Другими словами МКП представляет собой сборку большого (несколько миллионов) количества канальных электронных умножителей. Когда налетающая частица (ион, электрон, фотон и т.п.) попадает в канал, из его стенки выбиваются

электроны, которые ускоряются электрическим полем, созданным напряжением приложенным к концам канала. Вторичные электроны летят по своим параболическим траекториям, пока не попадут на стенку, в свою очередь, выбивая еще большее количество вторичных электронов. Этот процесс по мере пролета вдоль канала повторяется много раз и на ее выходе формируется электронная лавина. Коэффициент усиления МКП  $g$  определяется соотношением

$$g = \exp\left(G \frac{L}{d}\right) \quad (3)$$

где  $G$  - коэффициент вторичной эмиссии, который зависит от свойств материала стенок канала и приложенного напряжения,  $L$  и  $d$  - длина и диаметр канала. Отношение  $L/d$  у стандартных МКП около 40-80. Коэффициент усиления у однокаскадных МКП  $\sim 10^4$ , у двухкаскадных (шевронных)  $\sim 10^7$ , у трехкаскадных - до  $10^9$ . Чтобы налетающие частицы попадали на стенки каналов, они располагаются под некоторым углом к направлению их движения (обычно  $5^\circ$ - $15^\circ$ ). Размеры МКП варьируются от нескольких миллиметров до 10 см и больше. Форма МКП может быть самая разнообразная - округлая, прямоугольная, практически любая, необходимая для конкретного приложения. Кроме того, поверхность их может быть сделана сферической или цилиндрической, для того, например, чтобы соответствовать фокальной плоскости магнитного или электростатического спектрометра.

МКП имеют уникальное сочетание свойств - большой коэффициент усиления, высокое пространственное и временное разрешение. (Пространственное разрешение для однокаскадных МКП определяется диаметром канала. Временное - временем пролета электронной лавины канала, которое меньше 1 нс.)

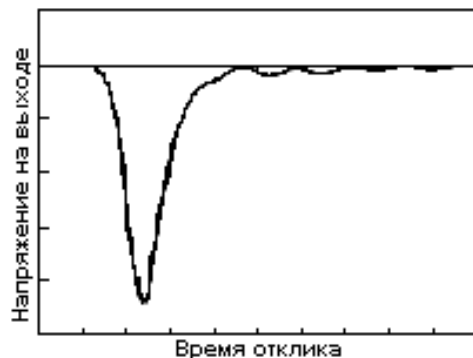


Рис. 33. Выходной сигнал у МКП, предназначенной для измерений времени пролета

Промышленность выпускает микроканальную пластину в виде стекловолоконного диска в металлической оправе, умножающий фотоэлектроны, произведенные фотокатодом. Микроканальная пластина представляет из себя токопроводящую пластину с большим числом каналов (большее количество каналов и их меньший шаг обеспечивают

ЭОП большее разрешение и светумножение). Фотоэлектрон, сталкиваясь со стенками канала, образует множество добавочных электронов, которые также участвуют в процессе умножения.

Область применения: для техники ночного видения и усиления электронных потоков в электронно лучевых и фотоэлектронных приборах, в автоионных микроскопах, в рентгеновских вакуумных приборах различного назначения и др. МКП используются в различных областях (электронная спектроскопия и микроскопия, масс-спектрометрия, рентгеновская астрономия, ядерные исследования ...). В большинстве случаев используются только некоторые свойства МКП. Так для магнитных или электростатических анализаторов в основном важно пространственное разрешение, а для метода времени пролета временное. Детекторы на базе МКП оптимизируются с учетом решаемых с их помощью задач.

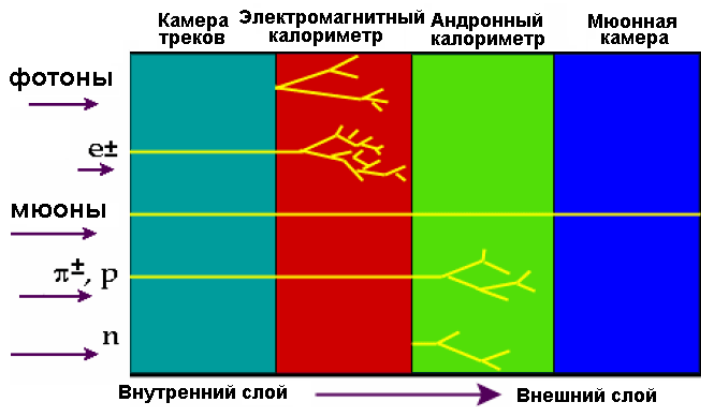


Рис. 34. Схема многослойного детектора элементарных частиц.

Рис. 34. Схема многослойного детектора элементарных частиц.

В общем случае детекторы на базе МКП состоят из трех частей. Конвертора, который преобразует входное излучение в другое, которое может эффективно взаимодействовать непосредственно с МКП. Например,

также как и в ФЭУ используются фотокатоды для сдвига длин волн в область чувствительную для МКП. Для электронов, ионов и ультрафиолета конвертеров обычно не нужно.

Собственно сборки МКП. В зависимости от решаемой задачи они могут иметь от одного до трех каскадов. Для временных измерений оптимальными считаются двухкаскадные (шеvronные).

Вывода данных. Для приложений, в которых пространственное разрешение не имеет значения, для вывода сигнала можно использовать сплошной металлический анод. Там, где важно пространственное разрешение анод может быть секционированным или резистивным и т.д.

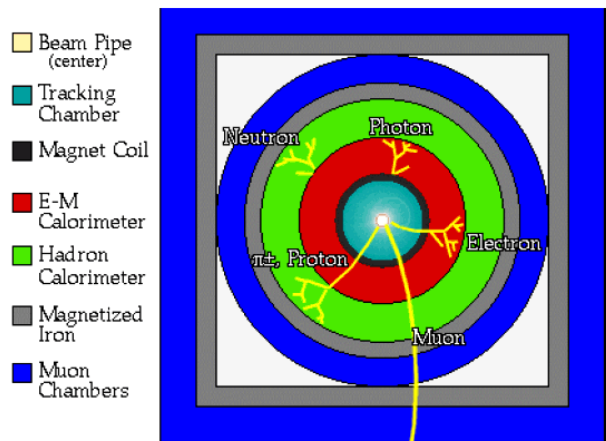


Рис. 35. Поперечный разрез многослойного детектора элементарных частиц.

Использование МКП накладывает довольно жесткие требования к вакуумной системе. Для их нормальной работы требуется давление не менее  $6.5 \cdot 10^{-4}$  Па ( $5 \cdot 10^{-6}$  торр). По сравнению с ФЭУ, МКП имеют малые габариты, лучшие временные характеристики и заметно меньшую чувствительность к магнитным полям.