

Устройства функциональной электроники

Функциональная полупроводниковая электроника

Функциональная полупроводниковая электроника является направлением функциональной электроники, в котором исследуются

- взаимодействия динамических неоднородностей
- в полупроводниковых континуальных средах,
- с физическим полями

а также возможность создания приборов и устройств для преобразования и хранения информации.

Отличием устройств **функциональной полупроводниковой электроники** от аналогичных устройств **схемотехнической полупроводниковой электроники** является способ обработки информации:

- в устройствах ФПЭ для обработки и хранения информации используются динамические неоднородности различной физической природы, как носители информационного сигнала;
- в устройствах СПЭ – различные схемные решения на основе транзисторных структур, связанных с созданием в строго регламентируемых технологических процессах различных статических неоднородностей.

Функциональная полупроводниковая электроника

1. Динамические неоднородности

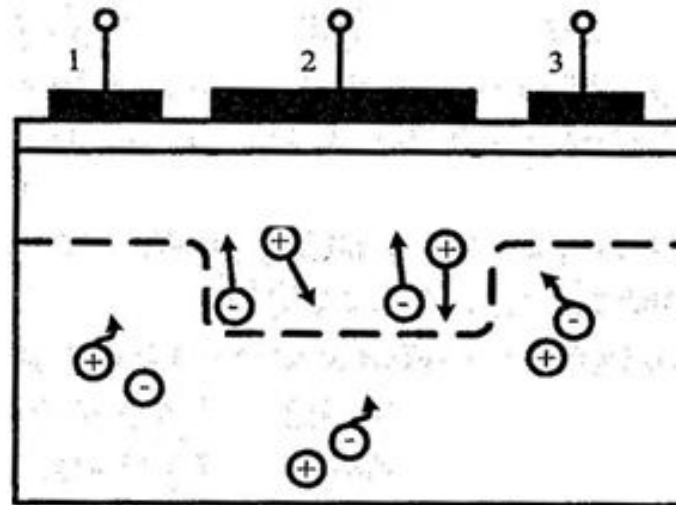
1) Основными динамическими неоднородностями, используемыми в ФПЭ являются **зарядовые пакеты** – носители заряда, объединенные в группы

Величина зарядового пакета определяется количеством сконцентрированных носителей, его **скорость перемещения** в полупроводнике – соответствующими электрическими полями.

Зарядовые пакеты, состоящие из электронов или дырок, представляют собой **динамические неоднородности полупроводниковой природы**. Величина зарядового пакета, создаваемого в МДП-структуре (в подзатворной области полевого транзистора) определяется физическими параметрами среды и топологией емкостной структуры:

$$Q = SC_{уд}U_M,$$

где S – площадь затвора, $C_{уд} = \frac{\epsilon_D \epsilon_0}{h_D}$ – удельная емкость подзатворного диэлектрика, ϵ_D и ϵ_0 – соответственно диэлектрическая проницаемость диэлектрика (окисла) и вакуума, U_M – максимальное напряжение на затворе, h_D – толщина подзатворного диэлектрика

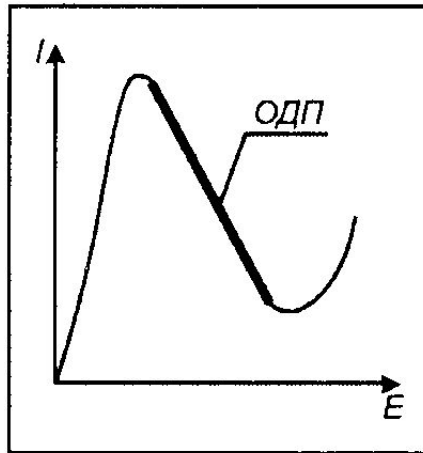


Функциональная полупроводниковая электроника

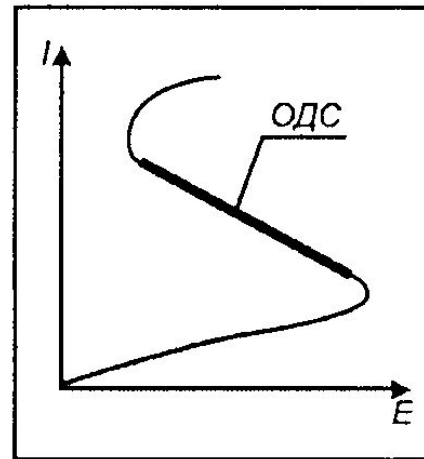
1. Динамические неоднородности

2) Другими динамическими неоднородностями ФПЭ являются **домены Гана** и **токовые шнуры**, которые возникают в полупроводниках с **отрицательной дифференциальной проводимостью** (**отрицательным дифференциальным сопротивлением**).

Отрицательная дифференциальная проводимость (ОДП) или отрицательное дифференциальное сопротивление (ОДС) возникают в некоторых полупроводниковых материалах в сильных электрических полях, когда носителя заряда сильно разогреваются и наблюдается отклонение от закона Ома.



N-образная
ВАХ



S-образная
ВАХ

В материалах с N-образной ВАХ (с ОДП) возникают **домены Гана**, в материалах с S-образной ВАХ (с ОДС) возникают **токовые шнуры**.

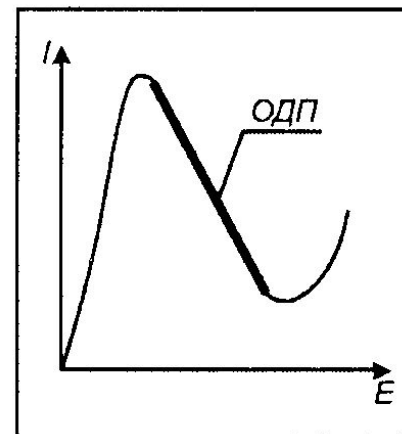
Функциональная полупроводниковая электроника

1. Динамические неоднородности

Домены Гана – динамические неоднородности, являющиеся областью пространственного заряда, связанные с флуктуацией концентрации свободных носителей заряда.

Эти домены характеризуются тем, что их поле значительно больше, а концентрация носителей в них меньше, чем в остальной части полупроводниковой среды.

Линейные размеры таких доменов лежат в пределах нескольких микрон, скорость перемещения составляет порядка 10^5 м/с, электрическое поле в нем достигает значения 10^5 В/см.

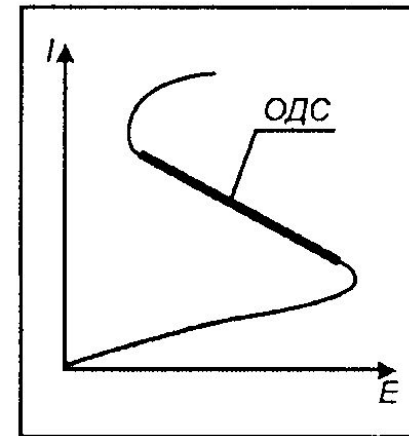
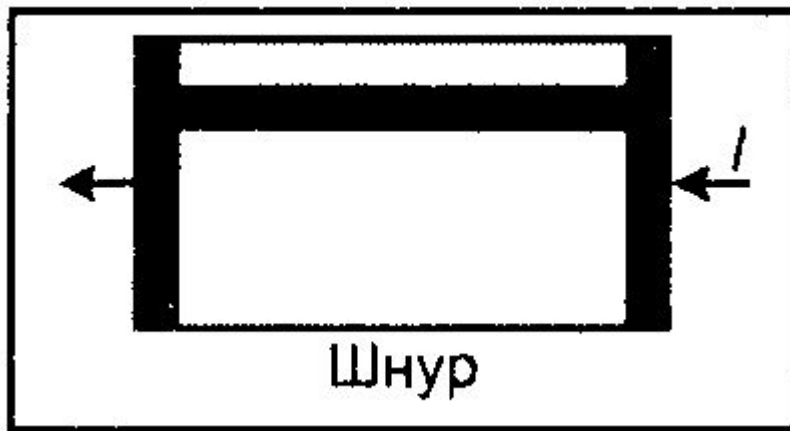


Функциональная полупроводниковая электроника

1. Динамические неоднородности

Токовые шнуры – динамические неоднородности, являющиеся областью с высокой плотностью тока.

Токовые шнуры могут быть использованы в качестве динамических неоднородностей только при условии, если плотность тока в шнуре существенно меньше значения пробоя полупроводника и последующего необратимого процесса его разрушения.



Функциональная полупроводниковая электроника

1. Динамические неоднородности

3) В электронной системе полупроводника, обладающего объемной ОДП, когда характерные масштабы изменения параметров среды, приложенного поля и концентрации носителей заряда существенно превосходят длины релаксации энергии и импульса электронов, возникает возмущение электронной плотности. Такие волны называются **волнами пространственного заряда (ВПЗ)**.

Для GaAs в сильном (порядка $3 \cdot 10^3$ В/см) электрическом поле возникают волны пространственного заряда, движущиеся со скоростью около 10^5 м/с. Фазовая скорость ВПЗ совпадает со скоростью дрейфа носителей заряда. Дисперсия ВПЗ незначительна вплоть до частоты 50 ГГц.

Волны пространственного заряда могут усиливаться при распространении. Этими волнами можно управлять, меняя вектор скорости дрейфа носителей. Длина когерентности в тонких полупроводниковых слоях может на два порядка превышать длину волны ВПЗ. Такие свойства ВПЗ как динамических неоднородностей делают их весьма перспективными в устройствах функциональной электроники.

4) В плазме полупроводника, находящегося в магнитном поле, могут возникнуть **геликоны** – слабо затухающие низкочастотные электромагнитные волны. Геликоны могут взаимодействовать со звуковыми волнами.

Функциональная полупроводниковая электроника

1. Динамические неоднородности

5) В плазме твердых тел могут возникать кванты плазменных колебаний – **плазмоны**, вызываемые созданием электрического поля за счет флуктуаций плотности заряда. В свою очередь электрическое поле в плазме вызывает ток носителей, стремящийся восстановить локальную электронейтральность. Вследствие инерционности носителей, проскакивающих положение равновесия, возникают кванты коллективных колебаний со спектром, определяемым зонной структурой. Плазмон является квазичастицей, способной переносить информационный сигнал.

6) В полупроводниковых кристаллах могут распространяться **фононы** – квазичастицы, соответствующие волне смещения атомов (ионов) и молекул из положения равновесия. Фононы взаимодействуют друг с другом, с другими квазичастицами, а также с дефектами кристаллической решетки. С помощью фононов осуществляется связь всех квазичастиц твердотельной континуальной среды с окружающей средой.

7) В полупроводниках могут образовываться **поляроны**. Это квазичастицы, состоящие из носителей в полупроводнике (электрон или дырка) и фонона, образованного деформацией и поляризацией кристаллической решетки за счет движения в полупроводнике электрона проводимости (дырки). Такая составная квазичастица движется по кристаллу как единое целое, она способна переносить заряд. Эффективная масса полярона значительно превышает эффективную массу электрона. Поляроны могут служить носителями заряда в кристалле. Возможно образование биполяронов, представляющих собой связку двух электронов в общей деформационной яме.

Функциональная полупроводниковая электроника

1. Динамические неоднородности

8) В полупроводниковых континуальных средах наблюдаются и другие квазичастицы – **экситоны**, представляющие собой связанное состояние электрона проводимости и дырки. Такая квазичастица электрически нейтральна и не способна переносить заряд и массу. Различают по два типа экситонов:

- **экситоны Френкеля** возбуждаются в узлах кристаллической решетки и благодаря межмолекулярным взаимодействиям они распространяются по кристаллу в виде волны.
- **экситоны Ванье – Мотта** представляют собой водородоподобное связанное состояние электрона и дырки.

Время жизни экситонов достаточно мало. Они исчезают в результате рекомбинации с излучением фонона и фотона, а также при захвате дефектами решетки. Именно это обстоятельство затрудняет использование экситонов в качестве динамических неоднородностей в устройствах функциональной электроники.

9) Если экситонный газ освещать, то в результате взаимодействия экситонов и фотонов частоты рождается составная квазичастица – **поляритон**. Свойства поляритонов отличаются от свойств экситонов и фотонов. Их наличие в полупроводниках существенно влияет на оптические спектры последних.

Указанные типы динамических неоднородностей являются наиболее заслуживающими внимание и **не исчерпывают весь их перечень**. Мы будем рассматривать два типа ДН – **зарядовые пакеты и домены Гана**.

Функциональная полупроводниковая электроника

2. Континуальные среды

Полупроводниковые среды занимают промежуточное положение по проводимости электрического тока между диэлектриками и металлами.

При комнатной температуре их **удельное сопротивление лежит в пределах от 10^{-6} до 10^9 Ом·м**. Такой огромный диапазон (15 порядков) значений определяется рядом специфических свойств полупроводников. Прежде всего, удельная проводимость зависит от количества примесей. Одна тысячная процента примеси может изменить проводимость полупроводника на 4 – 5 порядков.

Полупроводники обладают **отрицательным температурным коэффициентом сопротивления** в большом диапазоне температур.

К полупроводникам относится большой ряд простых веществ из II, III, IV, VI, VII групп таблицы Менделеева:

- германий, кремний, селен, теллур, бор, углерод, фосфор, сера, сурьма, мышьяк, серое олово, йод,

а также соединения различных типов:

$A^I B^V$, $A^I B^{VI}$, $A^I B^{VII}$, $A^{II} B^{IV}$, $A^{II} B^V$, $A^{II} B^{VI}$, $A^{II} B^{VII}$, $A^{III} B^V$, $A^{III} B^{VI}$, $A^{III} B^{VII}$, $A^{IV} B^{IV}$, $A^{IV} B^V$, $A^{IV} B^{VI}$, ..., $A^I B^{VII} B_2^{VI}$, $A^I B^V B_2^{VI}$ и т.д.

Свойства полупроводниковых континуальных сред могут быть достаточно полно описаны с помощью квантовой теории энергетического спектра электронов, зонной теории.

Функциональная полупроводниковая электроника

2. Континуальные среды

Классы полупроводниковых континуальных сред

1) **Элементарные полупроводники** представляют собой кристаллическую решетку. Например, в германии и кремнии, являющимися основными материалами, атомы образуют кристаллическую решетку типа алмаза. Каждый атом взаимодействует с четырьмя ближайшими соседями, с каждым из которых связан ковалентной связью.

Содержание посторонних примесей не должно превышать 10^{-7} %, а дозируемое введение донорных (P, As, Sb) или акцепторных (B, Al, Ga, In) примесей меняет их тип проводимости в достаточно широких пределах. Монокристаллы можно выращивать методами Чохральского или бестигельной зонной плавки, получать в процессе эпитаксиального выращивания тонких кристаллических слоев, а также в процессе лазерной рекристаллизации поликристаллов.

2) **Соединения типа $A^{\text{III}}B^{\text{V}}$** (GaAs, InAs, GaSb, InSb, GaP, InP) представляют собой твердые растворы. Они характеризуются ковалентной связью с некоторой долей ионной составляющей.

Возможно образование тройных и более сложных растворов ($Ga_xAl_{1-x}As$, $GaAs_{1-x}P_x$ и т.п.). Электрические свойства таких полупроводников могут меняться путем легирования донорными (Sn, Te, Se, S) или акцепторными (Zn, Cd, Mg) примесями. Монокристаллы этого класса получают методом Чохральского, зонной кристаллизацией, кристаллизацией из газовой или жидкой фазы, молекулярно-лучевой эпитаксией.

Функциональная полупроводниковая электроника

2. Континуальные среды

Классы полупроводниковых континуальных сред

- 3) **Соединения типа $A^{II}B^{VI}$** (ZnS, CdS, HgSe, ZnSe, ZnTe) представляют собой твердые растворы. Кристаллическая структура имеет ковалентно-ионную связь. Физические свойства определяются содержанием точечных дефектов, обусловленных отклонениями от стехиометрии состава. Аналогичными свойствами обладают **соединения типа $A^{IV}B^{VI}$** (PbS, SnS, SnSe, PbTe, SnTe).
- 4) **Тройные соединения $A^{II}B^{IV}C_2^V$** ($CdSnAs_2$, $CdGeAs_2$, $ZnSnAs_2$) обладают ферромагнитными и (или) сегнетоэлектрическими свойствами.
- 5) **Аморфные полупроводники** представляют собой класс сильно легированных веществ – компенсированный полупроводник со смешанной ионно-ковалентной связью. К этому классу относятся халькогениды свинца: галенит (PbS), клаусталит (PbSe), алтаит (PbTe), халькогенидные стекла ($As_{31}Ge_{30}Se_{21}Te_{18}$), оксидные стекла ($V_2O_5 - P_2O_5$).
- 6) **Органические полупроводники** характеризуются наличием в молекулах сопряженных связей (кратных (двойных или тройных) связей, разделенных простой связью, например, $CH_2=CH-CH=CH_2$). К этому классу веществ относятся ароматические соединения (например, нафталин и др.), природные пигменты (хлорофил, каротин и др.), ион-радикальные соли, молекулярные комплексы с переносом заряда. Это могут быть монокристаллы, поликристаллы или аморфные порошки.

Функциональная полупроводниковая электроника

3. Генераторы динамических неоднородностей

Способы генерации зарядовых пакетов в полупроводниковых структурах.

- термогенерация
- инжекция
- фотогенерация

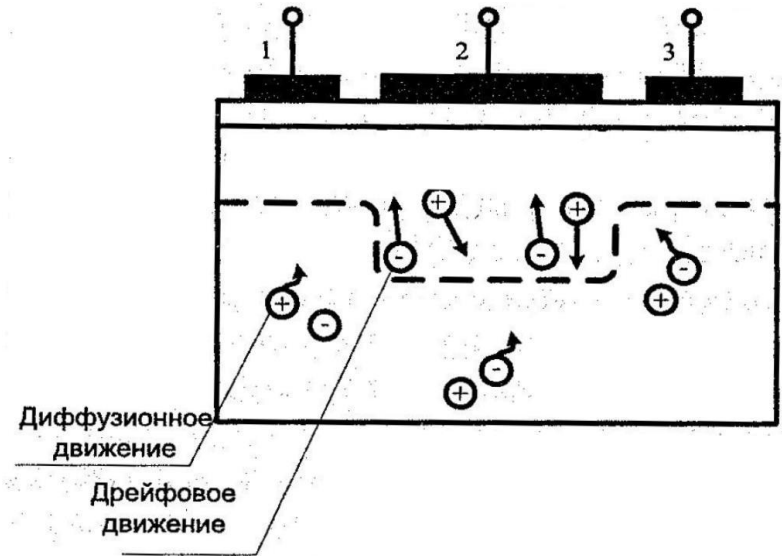
В приборах и устройствах функциональной электроники используется нестационарное состояние полупроводниковых структур. Например, в подзатворной области МДП-структуры при подаче напряжения на затвор возникает электрическое поле. Это электрическое поле вытесняет основные носители в глубь полупроводника.

1) Термогенерация

В полупроводнике образуются электронно-дырочные пары и под воздействием электрического поля те заряженные частицы, которые имеют знак противоположный напряжению на затворе заполняют обедненную область.

Заряженные частицы одноименного знака с основными носителями полупроводника оттесняются этим полем в глубь среды.

Однако процессы термогенерации инерционны (0,1 – 0,5 с) и не используются в качестве основного механизма создания динамических неоднородностей типа зарядовых пакетов.

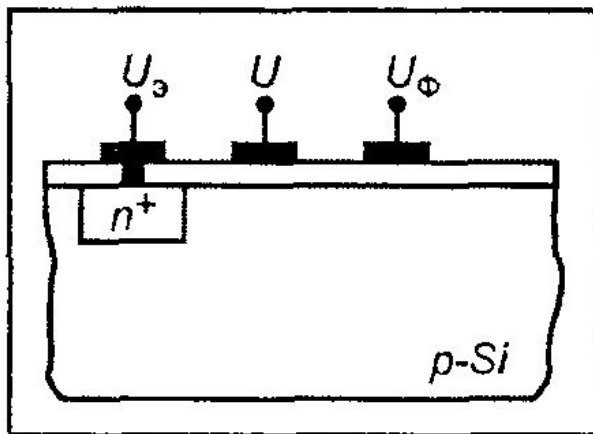


Функциональная полупроводниковая электроника

3. Генераторы динамических неоднородностей

2) Инжекция (заливка заряда через барьер)

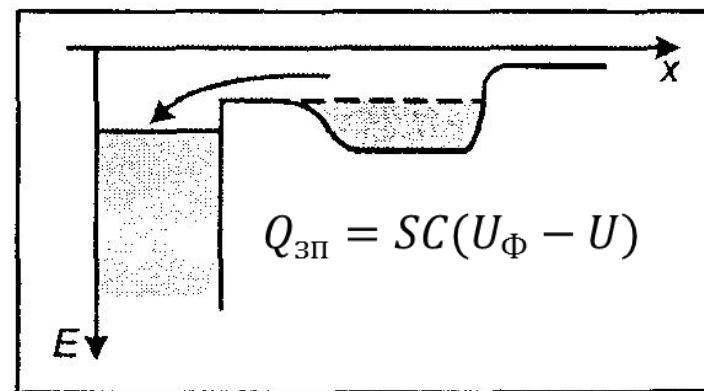
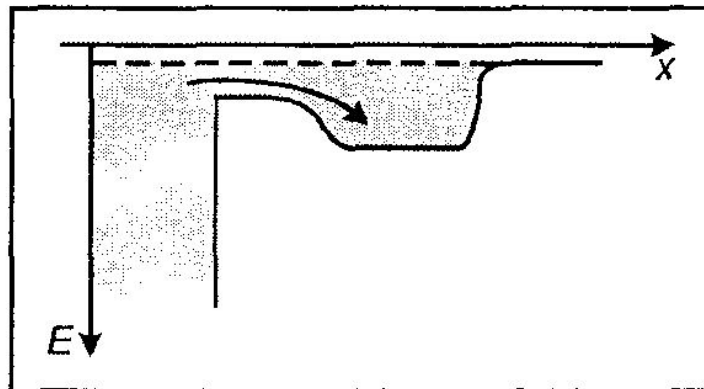
Инжекция зарядов через прямосмещенный p – n-переход.



Сильно легированная n-область является источником электронов.

Первоначально потенциал $U_{\text{э}}$ больше U и $U_{\text{ф}}$. Носители заряда перетекают из высоколегированной области под электроды в другой области полупроводника. Время импульса на эмиттере выбирается так, чтобы заполнилась потенциальная яма под первым электродом $U_{\text{ф}}$.

Затем $U_{\text{э}}$ уменьшается до $U_{\text{ф}}$ и часть заряда, превышающего емкость зарядового пакета, стекает в эмиттерную область.



Функциональная полупроводниковая электроника

3. Генераторы динамических неоднородностей

3) Фотогенерация

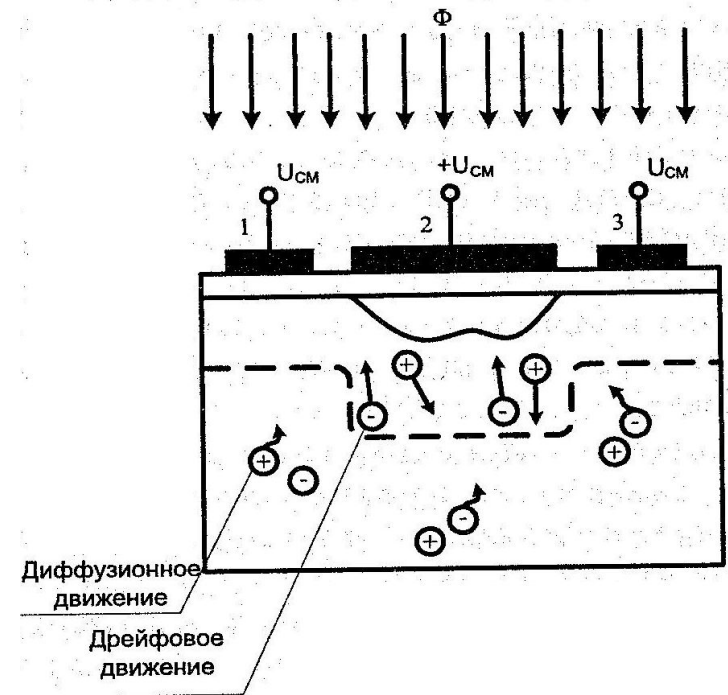
Способы генерации оптической информации:

- непосредственный оптический ввод со стороны подложки;
- оптический ввод со стороны оптических электродов;
- ввод с использованием фоточувствительного слоя;
- ввод путем фотоэлектронного преобразования оптической информации

Основным физическим механизмом генерации зарядовых пакетов является внутренний фотоэффект, возникающий при поглощении фотонов и генерации носителей заряда.

Различают собственный внутренний фотоэффект, заключающийся в образовании одновременно электронов в зоне проводимости и дырок в валентной зоне. Этот эффект реализуется в случае, когда энергия фотона больше ширины запрещенной зоны.

Примесный внутренний фотоэффект возникает в случае, когда энергия фотона меньше ширины запрещенной зоны, но больше энергии возбуждения примеси. В этом случае при поглощении фотона возбуждаются доноры и акцепторы в примесях, и образуется один носитель: электрон в зоне проводимости или дырка в валентной зоне



Функциональная полупроводниковая электроника

3. Генераторы динамических неоднородностей

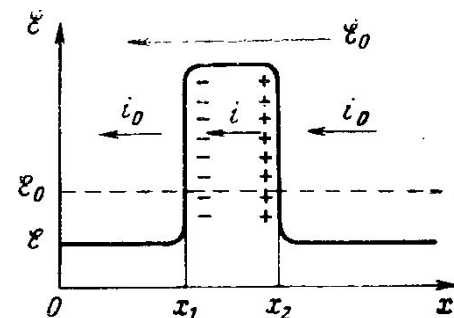
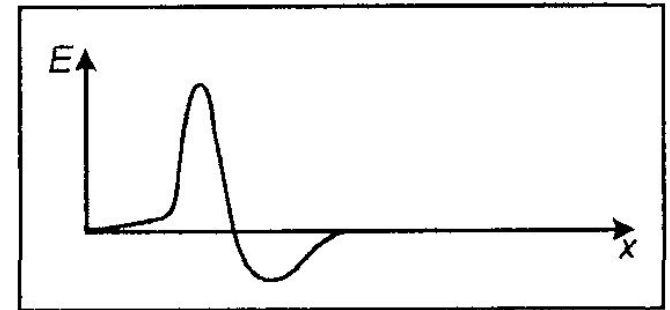
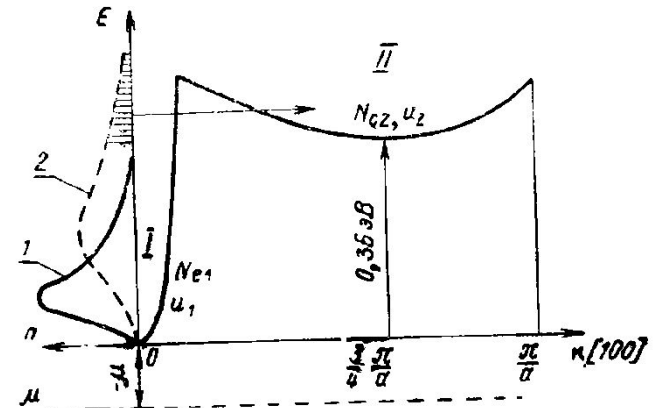
Генерация доменов Гана в полупроводниковых структурах.

На отрицательном электроде кристалла двухдолинного полупроводника (такой полупроводник имеет N-образную характеристику), например арсенида галлия, в результате флуктуации возникает неоднородное распределение концентрации электронов в виде дипольного слоя.

Слой образуется между слоями электронов и дырок.

Между этими слоями создается дополнительное поле, которое добавляется к внешнему электрическому полю. Поле внутри домена становится больше, чем вне его. Напряженность поля вне домена меньше, чем внутри, и новые домены не образуются. Домен движется в направлении их дрейфа со скоростью, близкой к скорости дрейфа.

Новый домен может образоваться только после аннигиляции домена у анода. Размер домена составляет 10 – 20 мкм. Домены могут генерироваться в полупроводниках как с электронным, так и с дырочным типом проводимости.

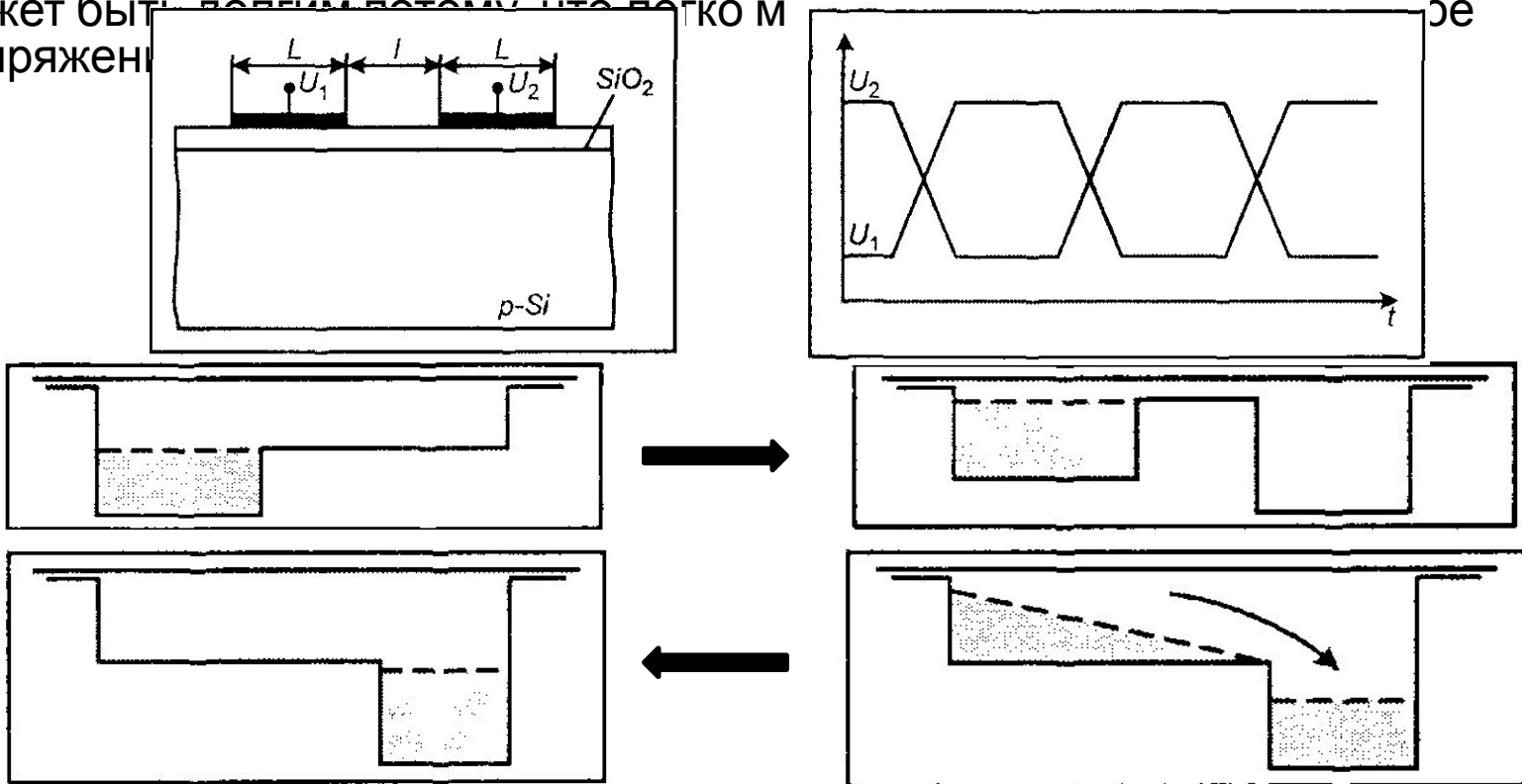


Функциональная полупроводниковая электроника

4. Устройства управления динамическими

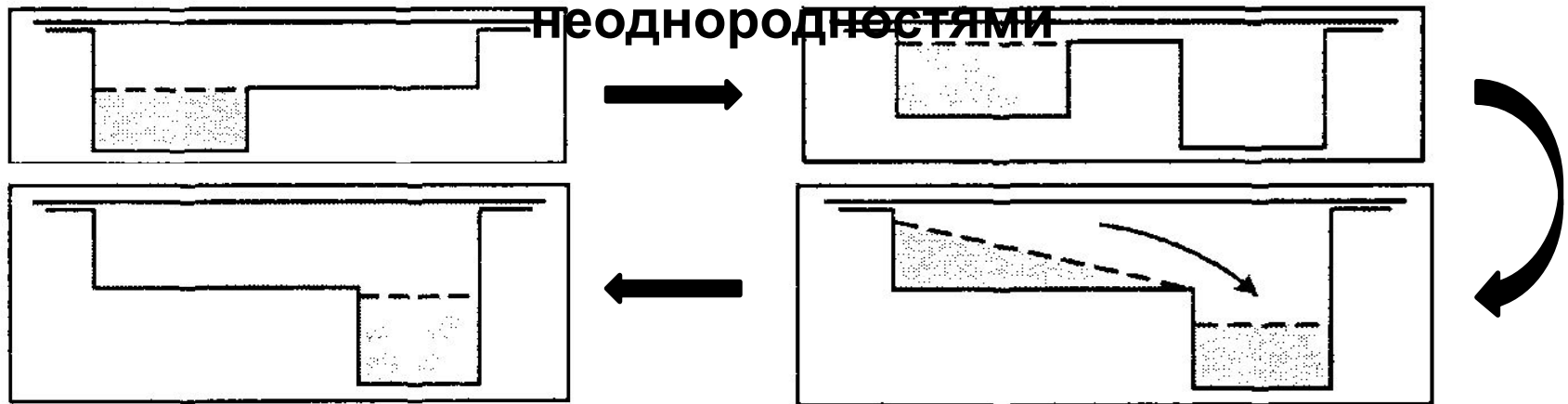
Существуют различные способы управления динамическими неоднородностями в полупроводниках, но все они основываются на **эффекте воздействия поля на динамические неоднородности**.

Подавая на каждый последующий электрод цепочки МОП-конденсаторов напряжение выше предыдущего, можно осуществить процесс перетекания заряда во все более глубокую потенциальную яму. Однако такой процесс не может быть обратимым, потому что ватко м напряжен



Функциональная полупроводниковая электроника

4. Устройства управления динамическими



1. В начальный момент, когда яма под первым электродом полностью заполнена и зарядовый пакет имеет максимальную величину, перенос происходит из-за электростатического расталкивания носителей заряда в пакете.
2. Когда часть носителей попадает в потенциальную яму под второй электрод, возникает градиент плотности заряда и соответственно градиент электрического поля. Это поле вызывает самоиндуцированный дрейф носителей. С уменьшением зарядового пакета силы расталкивания ослабевают и самоиндуцированный дрейф замедляется. Начинается дрейф под действием краевого поля, обусловленного разностью потенциалов под соседними электродами. Основная часть зарядового пакета (порядка 90 %) переносится именно с помощью этого механизма.
3. В момент минимального значения потенциала по первым затвором яма под электродом 1 схлопнется, в то время как на электроде 2 будет максимальное значение потенциала и ним будет локализован практически весь зарядовый пакет

Функциональная полупроводниковая электроника

4. Устройства управления динамическими

устройствами с неоднородностями в проводимости являются приборами с зарядовой связью (ПЗС).

Если напряжения, поданные на соседние электроды ПЗС прибора, различаются по величине, между соседними карманами создаются области электрического поля. Направление этого поля будет таким, что неосновные носители будут дрейфовать из более мелкого кармана в более «глубокий». Таким образом можно обеспечить перетекание заряда из одного кармана в другой.

Для того чтобы исключить двунаправленность в передаче заряда, используют последовательность электродов, объединенных в группы по три электрода. Потенциал, подаваемый на третий электрод препятствует перетеканию заряда в обратном направлении.



Функциональная полупроводниковая электроника

4. Устройства управления динамическими неод

Трехтактный сдвиговый регистр

а) хранение информации в элементах 1, 4, 7;

б) передача информации;

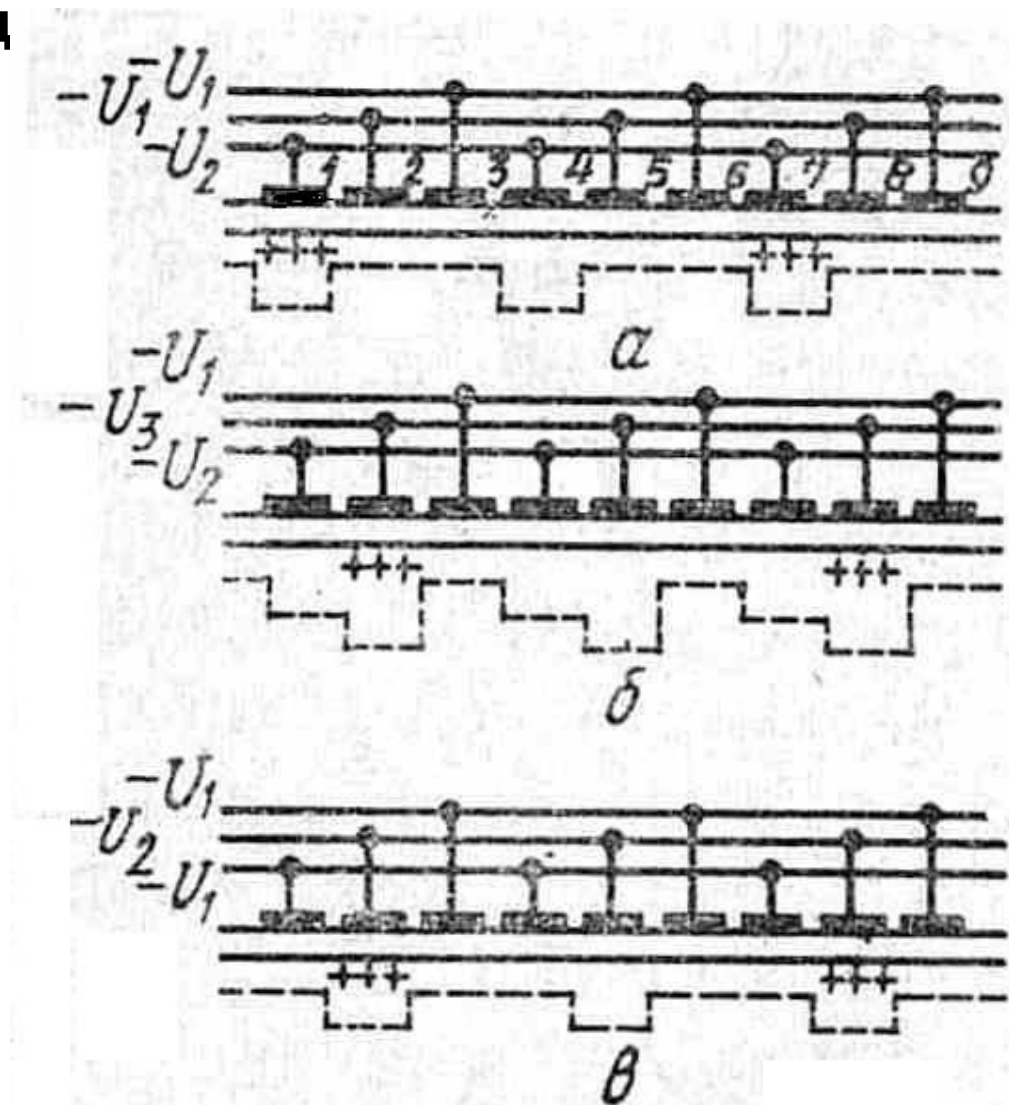
в) хранение информации в элементах 2, 5, 8.

$-U_0$ – пороговое напряжение – минимальное напряжение на затворе, при котором наступает инверсия поверхности полупроводника;

$-U_1$ – напряжение немного больше порогового по величине, чтобы вся поверхность полупроводника была обеднена ;

$U_{\text{хр}} = -U_2$ – напряжение хранения;

$U_{\text{зап}} = -U_3$ – напряжение записи.



Функциональная полупроводниковая электроника

4. Устройства управления динамическими

Направленность переноса ~~неоднородностями~~ **неоднородностями** обеспечить с помощью технологически встроенных зарядовых барьеров. Такие конструкции относятся ко **второму типу управляющих воздействий**.

- Асимметричное распределение потенциала, обеспечивающее направление и управляемый перенос зарядовых пакетов, можно получить неоднородным распределением примесей под электродами, а также изменением толщины слоя диэлектрика.
- В процессе управляемого переноса информационного сигнала существенную роль играют **каналы переноса**, которые можно классифицировать по признаку локализации
 - **поверхностные каналы** – обеспечивает высокую зарядовую емкость, простоту технологии. К недостаткам поверхностного канала следует отнести невысокое быстродействие, большие шумы, низкую эффективность переноса;
 - **объемный канал**, расположенный на глубине 0,2 мкм, называют мелким, на глубине до 0,5 мкм – глубоким. Более высокое, чем у поверхностных каналов, быстродействие, высокая эффективность переноса из-за устранения влияния поверхностных ловушек и поверхностного рассеяния носителей. К недостаткам относится небольшая зарядовая емкость и усложнение технологии производства;
 - **перистальтический качал**, состоящий из неглубокого канала с высокой степенью легирования и находящегося под ним глубокого канала с небольшой степенью легирования. Оптимальное сочетание быстродействия и зарядовой емкости. Недостатком является существенное усложнение технологии производства.

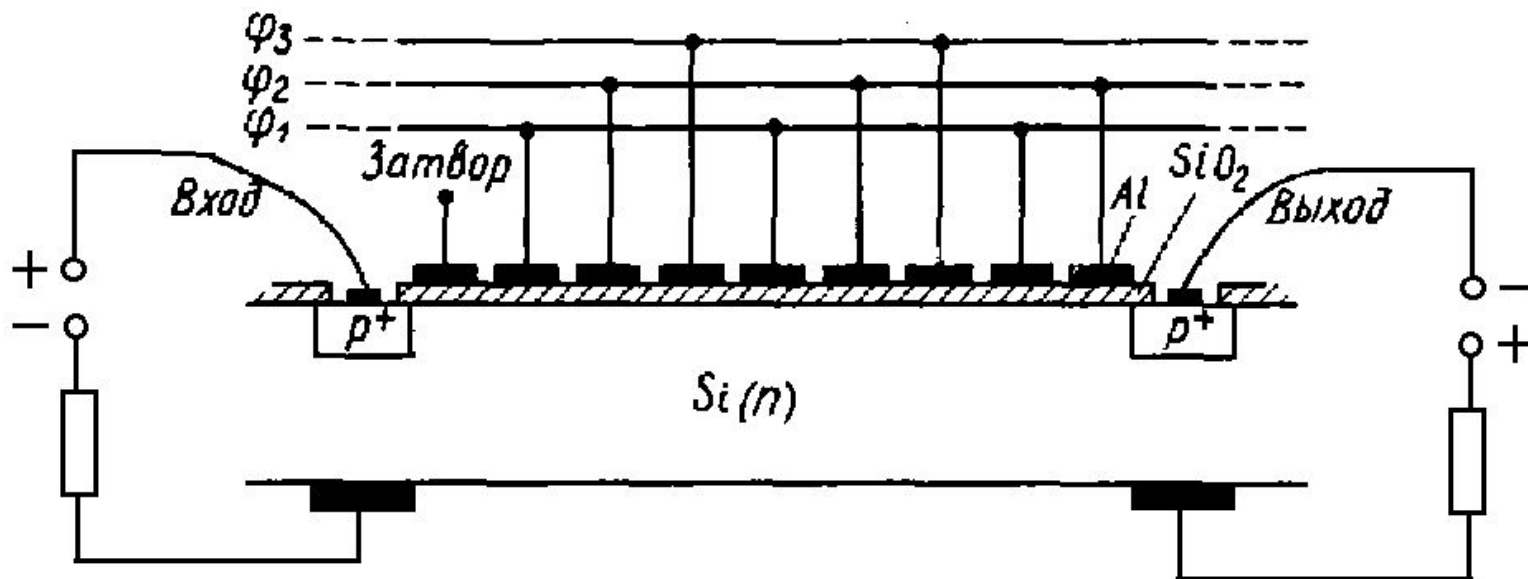
Функциональная полупроводниковая электроника

4. Детекторы динамических неоднородностей

Для детектирования ДН, как правило, используются устройства, аналогичные генераторам ДН.

Для детектирования зарядовых пакетов в ПЗС структурах может быть использован обратно смещенный $p - n$ -переход.

Дырки зарядового пакета, попав в подзатворную область последнего затвора захватываются полем перехода (экстракция носителей заряда на $p - n$ -переходе) и протекая через нагрузку дают импульс тока на выходе.



Функциональная полупроводниковая электроника

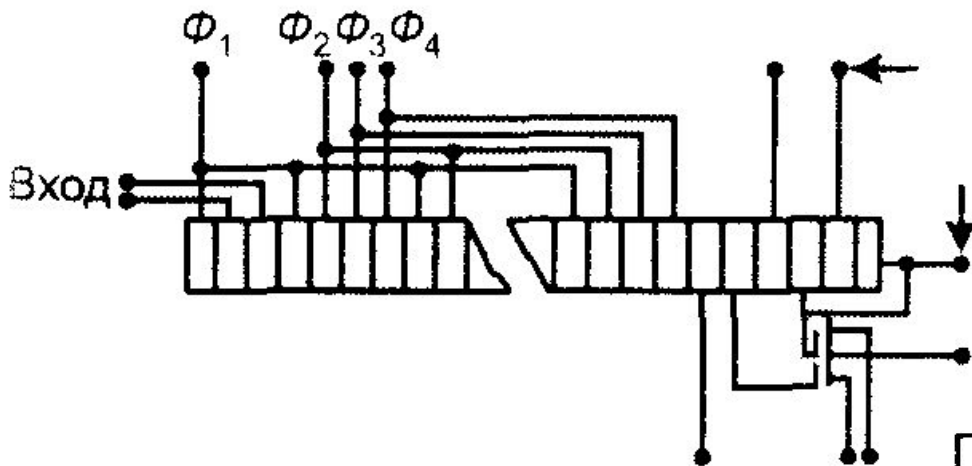
Устройства на ПЗС

ПЗС позволяют осуществлять обработку цифровой и аналоговой информации:

- аналоговое и цифровое суммирование, деление и усиление сигналов;
- возможность неразрушающего считывания с необходимыми весовыми коэффициентами;
- возможность многократного ввода и вывода зарядовых пакетов.

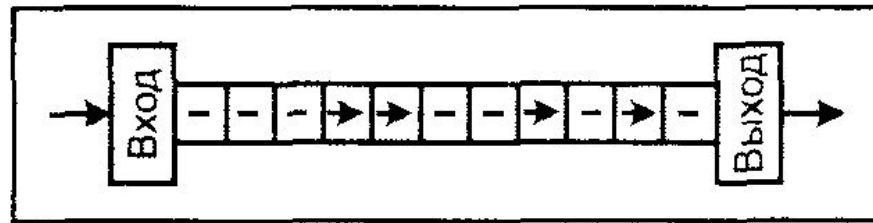
Различают **цифровые**, **аналоговые** и **фоточувствительные ПЗС**.

К аналоговым ПЗС относится **линия задержки**, базовым элементом которой является регистр сдвига.



Время задержки τ определяется тактовой частотой f и числом элементов N :

$$\tau = \frac{N}{f}.$$



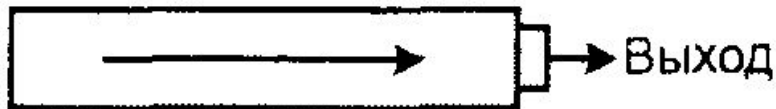
Функциональная полупроводниковая электроника

Устройства на ПЗС

Фоточувствительные ПЗС (ФПЗС) является изделием функциональной электроники, предназначенным для преобразования оптического изображения в электрический сигнал, действие которого основано на формировании и переносе зарядовых пакетов под действием света по поверхности или внутри полупроводника.

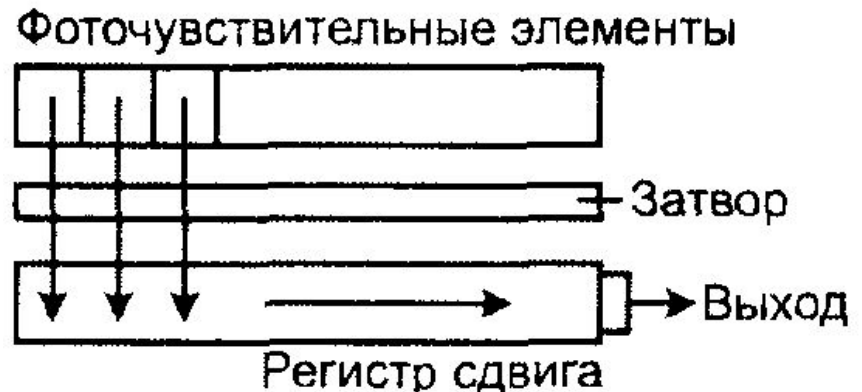
Различают **линейные** и **матричные ФПЗС**.

- В линейных ФПЗС фоточувствительные элементы расположены в один ряд. За один период линейный ФПЗС воспринимает изображение и преобразует в электрический (цифровой) сигнал одну строку оптического изображения.
- В режиме накопления информации в потенциальных ямах ФПЗС накапливаются фотогенерированные зарядовые пакеты, а затем эти фоточувствительные элементы используются для транспортировки зарядовых пакетов к выходу. Эта конструкция линейных ФПЗС проста, но в ней происходит искажение сигналов за счет засветки в процессе



С целью функции разделения накопления и сканирования вводят дополнительный регистр сдвига и разрешающий затвор.

В таком приборе устраняется влияние засветки.



Функциональная полупроводниковая электроника

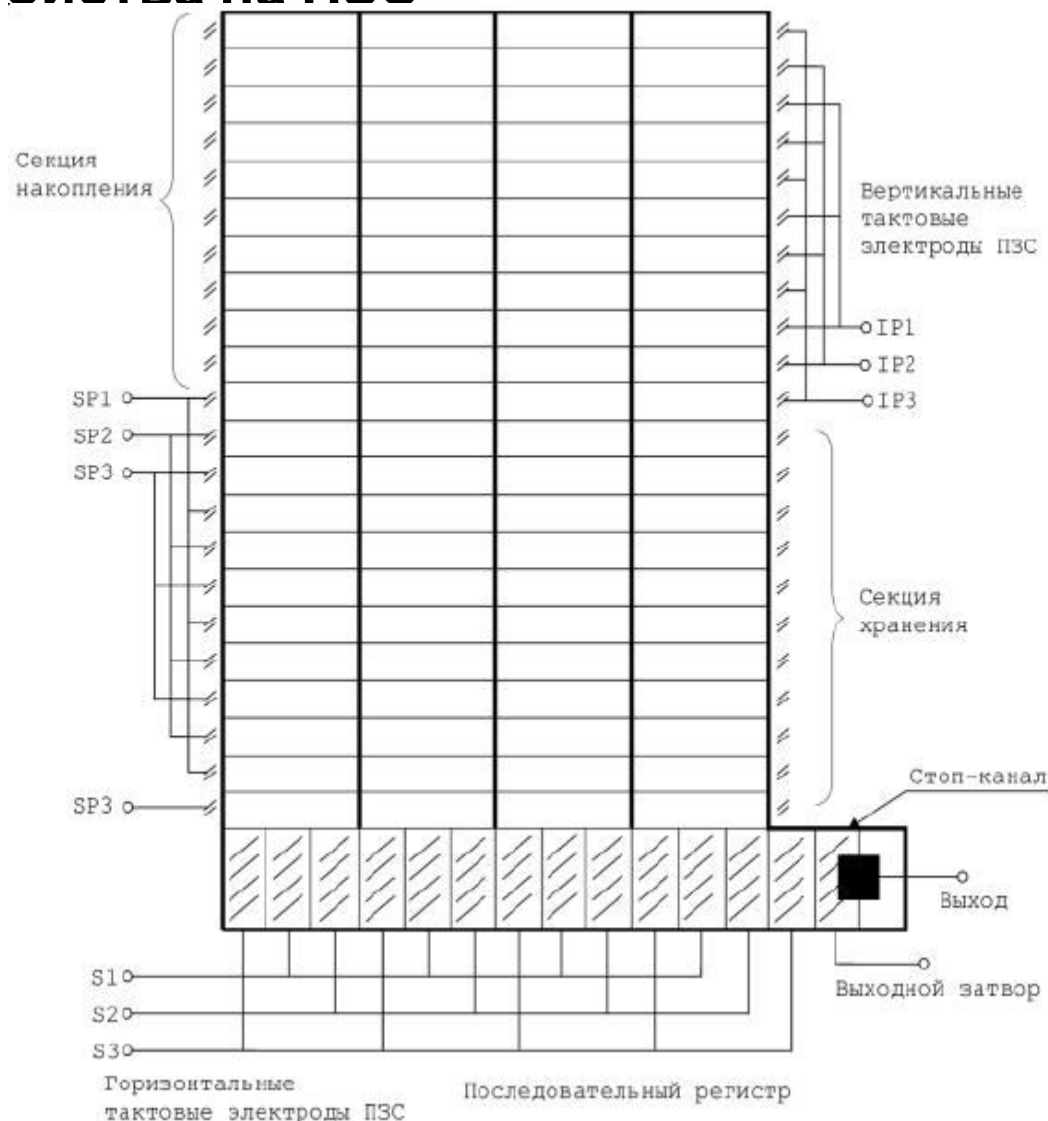
Устройства на ПЗС

Структура матричной ФПЗС с кадровым переносом

Большинство типов ПЗС-матриц, изготавливаемых на промышленной основе, ориентированы на применение в телевидении, и это находит отражение на их внутренней структуре.

Как правило, такие матрицы состоят из двух идентичных областей – **области накопления** и **области хранения**.

Область хранения защищена от воздействия света светонепроницаемым покрытием. Во время обратного хода луча кадровой развертки телевизионного монитора изображение, сформированное в области накопления, быстро переносится в область хранения и, затем, пока экспонируется следующий кадр, считывается построчно с частотой строчной развертки в выходной сдвиговый регистр.



Функциональная полупроводниковая электроника

Устройства на ПЗС

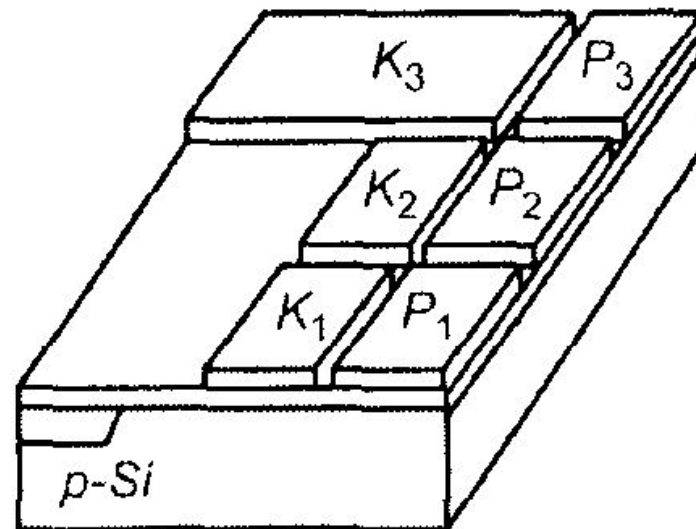
Запоминающие устройства на принципах зарядовой связи легко реализуются с помощью **ячеек аналоговой памяти**. По существу эти ячейки являются конденсаторными МОП-структурами, в которых хранится или отсутствует зарядовый пакет. В первом случае говорят о хранении логической единицы, в другом – логического нуля. Объединенные в линейки такие ячейки образуют регистры сдвига.

Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) состоит из накопителя с однократной записанной информацией и системы вывода информации на регистрах с зарядовой связью.

Один из вариантов ПЗУ на ПЗС для хранения аналоговых сигналов содержит регистр сдвига, связанный с МОП-конденсаторами, размеры которых соответствуют записанной информации.

Трехтактный регистр $P_1 - P_3$ непостоянно связан с конденсаторами постоянной памяти $K_1 - K_3$.

На выбранный конденсатор подается напряжение и под его электродом накапливается заряд, пропорциональный площади последнего. При считывании напряжение подается на выбранный электрод, и заряд передается в регистр. Это выполняется одновременно во всех элементах, так что регистр принимает параллельный код, который затем поступает к выходному усилителю.



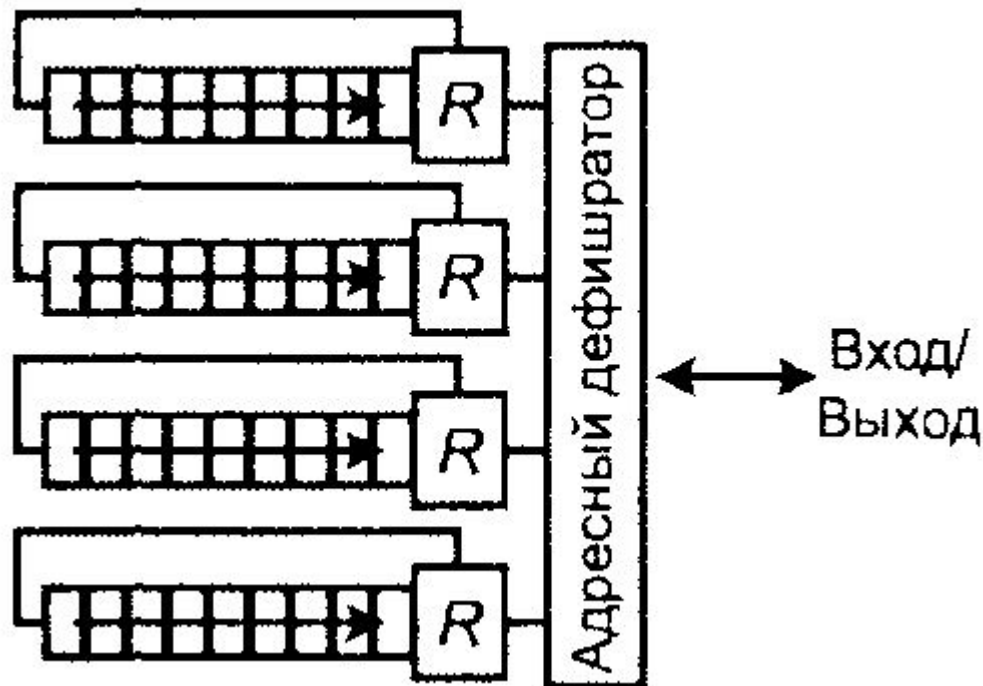
Функциональная полупроводниковая электроника

Устройства на ПЗС

Запоминающее устройство со строчной адресацией и элементами регенерации R , восстанавливающими зарядовые пакеты.

ЗУ на ПЗС большой емкости строятся по блочной структуре или с блочной выборкой.

Основной областью применения ЗУ на ПЗС является буферная память. Так замена буферной памяти на магнитных дисках в ЭВМ позволила резко сократить габариты, потребляемую мощность, другие технические характеристики.



Плотность записи информации в ЗУ на ПЗС может достигать 10^5 бит/см² при скорости записи и считывания 5 Мбит/с.

К недостаткам ЗУ на ПЗС следует отнести ограниченное время хранения информации в ЗУ, а также энергозависимость схем.