

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ФОТОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

© 2019 К. О. Комаристая

Воронежское акционерное самолетостроительное общество (г. Воронеж, Россия)

Статья посвящена анализу фотоэлектронных устройств. Обсуждаются особенности фотоприемников, гетероструктур, кремниевых структур.

Ключевые слова: фотоэлектроника, гетероструктуры, матричные структуры.

На стыке электроники и оптики появилась наука фото-электроника [1].

В настоящее время результаты в рамках данного направления можно увидеть в разных сферах: военной, промышленной, прикладной, научной.

Фотоэлектроника имеет дело с анализом того, каким образом осуществляется взаимодействие между твердыми телами [2] и оптическим излучением.

В результате создаются специальные устройства, которые дают возможности для того, чтобы информация или энергия были соответствующим образом преобразованы.

В течение последних десятилетий идет бурное развитие твердотельной фотоэлектроники.

Фоторезисторы востребованы уже давно. Это обусловлено тем, что их достаточно просто изготовить, у них высокие фотоэлектрические параметры, они достаточно чувствительны для любого диапазона в оптическом спектре.

Когда рассматривали зонную структуру полупроводников, то большая роль отводилась исследованиям фотопроводимости.

Также соответствующие исследования были полезны, когда устанавливались особенности движения токов через контакт между металлом и полупроводником.

Для фоторезисторов в свое время рассматривалось множество возможных полупроводниковых материалов.

Но, на практике были отобраны весьма перспективные, которые могут быть широким образом использованы.

Важным направлением можно считать применение эффекта множественных квантовых ям. Так же используются квантовые точки.

На их базе строятся принципиально новые квантово-размерные фоточувствительные структуры.

Полупроводимые гетероструктуры и эпитаксиальные нано-технологии являются основой квантово-размерных фоторезисторов.

Широко-зонные полупроводники применяют для того, чтобы сформировать такие фоторезисторы.

Для них характерны чувствительность для диагнозов спектра средних или длинноволновых

Фотоприёмники и малошумящие предварительные усилители оказалось возможным объединить.

Тогда появились микросхемные гибридные и кремниевые интегральные усилители [3].

В итоге стали говорить о фотоприёмных устройствах [4], за счет того, что в состав подобных устройств были включены дополнительные микроэлектронные гибридные и кремниевые интегральные усилители [5, 6].

За счет того, что в состав подобных устройств были включены дополнительные микроэлектронные компоненты, возможности значительным образом расширились.

Эти устройства сейчас можно встретить в пороговых устройствах, счетчиков, импульсов, аналого-цифровых преобразователях, вторичных источников питания.

«Смотрящие» оптико-электронные системы потребовали, чтобы были созданы многоэлементные, а потом и матричные фотоприёмные устройства. Появились возможности для того, чтобы заметным образом был расширен спектральный диапазон зрения.

При этом есть необходимость в том, чтобы привлекать мультиплексоры и наполнители зарядов для создания высокочувств-

Комаристая Ксения Олеговна – Воронежское акционерное самолетостроительное общество, ведущий экономист, kommbm7a0rrp@yandex.ru.

вительных матричных фото-приёмных устройств.

Получается, что в итоге делаются формирователи сигналов изображений. За счёт них последовательно считываются фотосигналы, которые накапливаются в фоточувствительных каналах.

Они строятся на основе объединений блоков для замены не функционирующих компонентов, блоков, позволяющих делать коррекцию неоднородности по пикселям, аналого-цифровых преобразователей.

Могут привлекаться компоненты, позволяющие интегрировать несколько цветов.

Фотоприемники для автоматки, в определённом смысле, уже могут быть заменены на матричные формирователи сигналов [7].

Например, в мобильных устройствах активно применяют формирователи сигналов на базе кремния.

Матричные структуры могут быть разными для лавинных фотодиодов, для задач, связанных с ночным и тепловым видением, применяемые более, чем для одного спектрального диапазона.

На их основе могут быть построены трехмерные изображения.

В тех случаях, когда ширина запрещённой зоны облучаемого монокристалла будет меньше, чем значение энергии фотонов, тогда будет генерирование фото-дырок и фотоэлектронов.

Это происходит вследствие того, что фотоны будут осуществлять захват фото-дырок или фотоэлектронов.

Поочередным образом глубоким уровнями около середин запрещённых зон будет идти захват электронов и дырок. Происходит эффект рекомбинации, частицы аннигируют.

Замедление рекомбинации можно наблюдать для тех энергетических уровней, которые будут располагаться ближе к краю.

Потом происходит выброс непрорекомбинированных электронов за счет тепловых колебаний решетки обратно к зонам.

Тогда вклад дырок внутри валентной зоны будет больше по сравнению со вкладом со стороны электронов.

Может осуществляться рекомбинация среди дырок и электронов [8]. Это наблюдается, когда они непосредственным образом будут сталкиваться.

Большей частью основные носители будут обладать большими значениями стационарного времени жизни, если сравнивать с неосновными носителями. распределение фото-генерированных электронов и дырок, когда они генерируют и идёт по энергиям в валентных зонах и зонах проводимости.

Это связано с тем, что ширина запрещённой зоны и энергия фотонов не будут равными.

Когда ширина запрещённой зоны в кристаллах будет превышать энергию фотона, то могут возбуждаться акцепторные или донорные принесшие уровни.

Они располагаются внутри запрещённой зоны.

В этих случаях могут возникать только свободные фотодырки или свободные фотоэлектроны, которые говорят о монополярной и примесной фотопроводимости.

Собственная фотопроводимость будет возникать при меньших длинах волн, если сравнивать с примесной фотопроводимости. Рассматривают акцепторные и донорные центры.

На рисунке 1 проиллюстрирован принцип действия фотодиода.

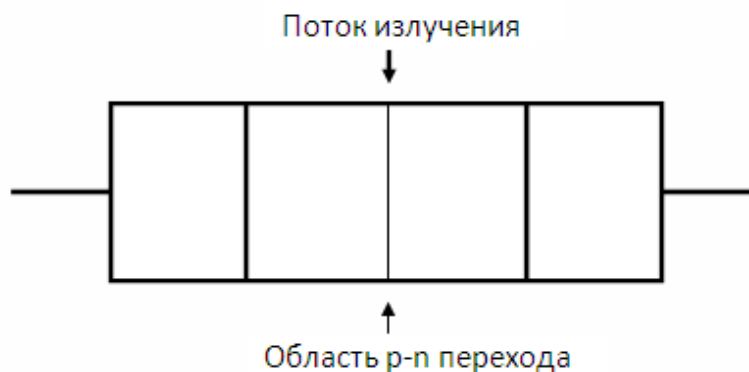


Рисунок 1. Принцип действия фотодиода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астапенко, В. А. Фотоэлектроника. Часть 1. Прикладная электроника / В. А. Астапенко, С. М. Мовнин, Ю. Ю. Протасов. – М.: Янус-К, 2010. – 654 с.
2. Lvovich, I. Y. Production process control subsystem for manufacture of integrated circuits / I. Y. Lvovich, Y. E. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, D. V. Saleev, O. N. Choporov // Measurement Techniques. – 2017. – Т. 60. – № 6. – С. 529-533.
3. Lvovich, I. Ya. Method for the process control of integrated circuits production to account the influence of uncontrolled parameters / I. Ya. Lvovich, Ya. E. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, O. N. Choporov, D. V. Saleev // Труды XIII международной научно-технической конференции актуальные проблемы электронного приборостроения Proceedings: in 12 volumes. – 2016. – С. 71-74.
4. Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: Учебное пособие / А. Н. Игнатов. – СПб.: Лань. – 2011. – 544 с.
5. Салеев, Д. В. Анализ особенностей САПР для ПЛИС / Д. В. Салеев, А. П. Преображенский // Информационные технологии. – 2014. – № 9. – С. 28-33.
6. Lvovich, I. Y. Development of optimization subsystem for integrated circuits / I. Y. Lvovich, A. Preobrazhenskiy, D. Saleev // Life Science Journal. – 2014. – Т. 11. – № 8. – С. 724-728.
7. Журавлев, Ю. А. Высокоэнергетичная плазменная электроника и фотоника. Часть 1 / Ю. А. Журавлев, Н. Н. Пилюгин, Ю. Ю. Протасов. – М.: Янус-К. – 2010. – 768 с.
8. Львович, И. Я. Алгоритмическое обеспечение подсистемы оптимизации технологического процесса производства изделий интегральной электроники / И. Я. Львович, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, Д. В. Салеев, О. Н. Чопоров // Монография / Воронеж, Издательство: Воронежский институт высоких технологий, Научная книга. – 2016. – 156 с.

PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF PHOTOELECTRON DEVICES

© 2019 K. O. Komaristaya

Voronezh joint stock aircraft construction company (Voronezh, Russia)

The paper is devoted to the analysis of photoelectronic devices. The features of photodetectors, heterostructures, silicon structures are discussed.

Key words: photonics, structures, matrix structure.