

УДК 621.382

ОПТИКО-МАГНИТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА

Р. И. ВОРОБЕЙ, К. Л. ТЯВЛОВСКИЙ, Л. И. ШАДУРСКАЯ

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Применение сенсорных структур, чувствительных к нескольким различным физическим воздействиям, позволяет существенно расширить функциональные возможности и область применения измерительных преобразователей систем оптической диагностики [1]. Одним из видов таких сенсоров с высокой чувствительностью являются приборы, выполненные на основе структуры биполярного транзистора. Интересные характеристики обеспечивают структуры с использованием магниторекомбинационного эффекта [2] и полупроводниковых материалов с собственной фотопроводимостью, легированных примесью, способной находиться в нескольких зарядовых состояниях, формирующих энергетические примесные уровни в глубине запрещенной зоны полупроводника [1, 3]. Применение таких полупроводниковых материалов обеспечивает изменение времени жизни фотогенерированных носителей заряда в широких пределах (до нескольких десятичных порядков величины) при изменении интенсивности оптического излучения между пороговыми значениями P_L и P_H (рис. 1, а).

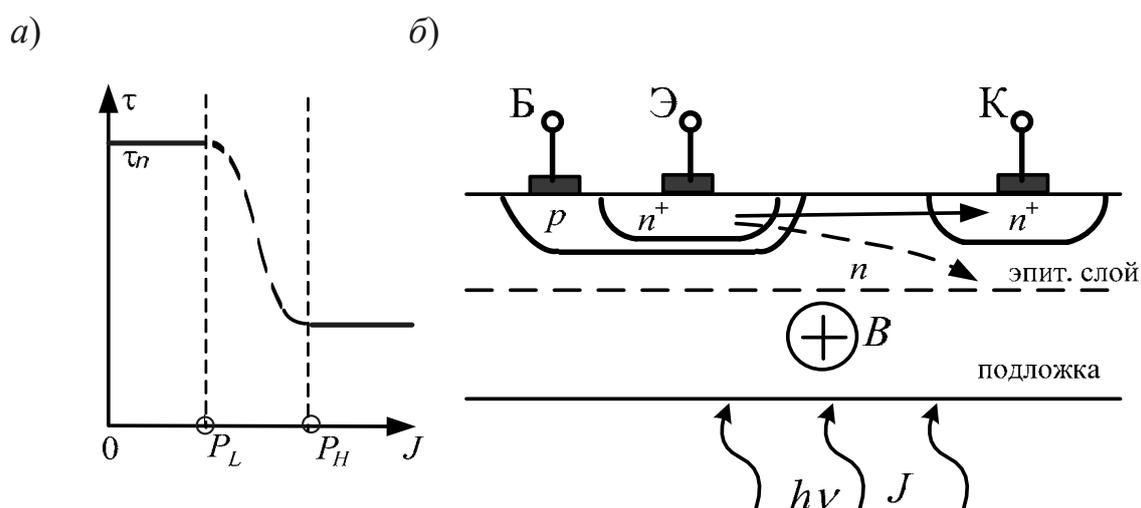


Рис. 1. Зависимость времени жизни от интенсивности освещения для МЗП (а) и структура опτικο-магнитного сенсора на основе биполярного гальваномагниторекомбинационного транзистора (б)

В приборной структуре, приведённой на рис. 1, б, реализуется чувствительность к двум физическим воздействиям: оптическому излучению $h\nu$

с интенсивностью J и магнитному полю B . В этой структуре подложка выполняется из материала, легированного примесью, формирующей несколько энергетических уровней при изменении её зарядовых состояний, вызванных изменением заселённости при изменении освещённости [3].

При отсутствии магнитного поля путь движения носителей заряда показан сплошной линией. Когда оптико-магнитный преобразователь находится в скрещённых электрическом и магнитном полях (см. рис. 1, б), то под действием силы Лоренца произойдёт смещение носителей зарядов (пунктирная линия), что вызовет изменение средней по сечению структуры концентрации носителей заряда пропорционально величине индукции магнитного поля [2]. Изменение интенсивности освещения более диапазона пороговых значений P_L и P_H вызывает существенное изменение времени жизни носителей заряда и, соответственно, изменение чувствительности сенсора к магнитному полю. Изменение преобразовательной характеристики происходит за время, ограниченное временем жизни неравновесных носителей заряда. Конкретный вид преобразовательной характеристики и параметры оптико-магнитного преобразователя, спектральный диапазон чувствительности, определяются типом материалов полупроводника и многозарядной примеси [4, 5], конструкцией сенсора.

Оптико-магнитные преобразователи на основе структуры биполярного транзистора с использованием полупроводника с многозарядной примесью обладают одновременной чувствительностью к двум разнородным физическим параметрам. Это позволяет использовать их в качестве чувствительных элементов измерительных преобразователей магнитного поля или оптического излучения, когда другой физический параметр служит для управления преобразовательной характеристикой. Мультипараметрические преобразователи могут использоваться как функциональные умножители физических воздействий различной физической природы или компараторы оптического излучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методология и средства измерений параметров объектов с неопределёнными состояниями / Под общ. ред. О. К. Гусева. – Минск: БНТУ, 2010. – 582 с.
2. Информационно-измерительная техника и электроника. Преобразователи неэлектрических величин / Под общ. ред. О. А. Агеева, В. В. Петрова. – 2-е изд. – Москва: Юрайт, 2018. – 158 с.
3. Фотоприемники на основе собственных полупроводников для построения измерительных преобразователей / О. К. Гусев [и др.] // Метрология и приборостроение. – 2017. – № 2. – С. 34–42.
4. **Lauwaert, J.** Majority carrier capture rates for transition metal impurities in germanium / J. Lauwaert, P. Clauws // Thin solid films. – 2010. – Vol. 518 (9). – P. 2330–2333.
5. **Никитина, А. Г.** Бистабильные амфотерные центры в полупроводнике / А. Г. Никитина, В. В. Зуев // Физика и техника полупроводников. – 2008. – Т. 42, вып. 2. – С. 141–146.