

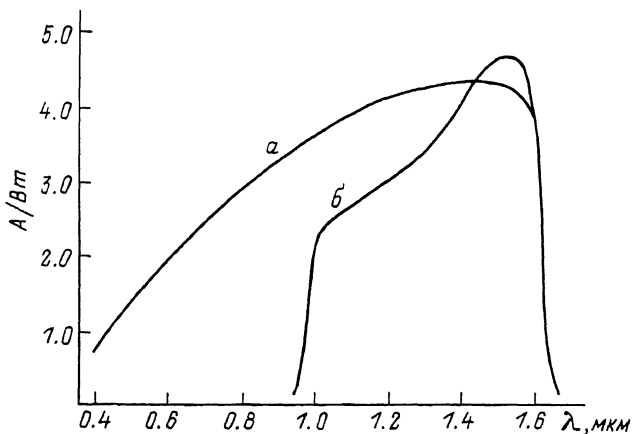
ФОТОТРАНЗИСТОР СО СТРУКТУРОЙ $ITO-InGaAsP-InP-ITO$

А.И. М а л и к, В.Е. А н и к и н, Л.В. Д о л г и н о в,
Г.В. Ш е п е к и н а

В системах ВОЛС при импульсно-кодовой модуляции перспективными фотоприемниками могут быть гетерофототранзисторы. Трудности создания высококачественных лавинных фотодиодов на основе многокомпонентных гетероструктур A^3B^5 из-за близких значений коэффициентов ионизации электронов и дырок способствовали разработке и интенсивному изучению фототранзисторов для спектрального диапазона 1,0–1,6 мкм на основе гетероперевода в системе $InP-InGaAsP$ [1, 2]. Перспективной является конструкция фототранзистора с коллекторным переходом в виде барьера Шоттки [3]. Помимо простоты изготовления, появляется возможность расширения спектральной области чувствительности при засветке структуры через полупрозрачный слой металла. Однако прозрачность такого слоя без специальных просветляющих покрытий не превышает 40–50 %.

В данном сообщении представлены результаты исследования возможности изготовления гетерофототранзисторов с коллекторным переходом, сформированным путем нанесения на поверхность базы тонкого проводящего прозрачного слоя широкозонного вырожденного полупроводникового соединения In_2O_3 , легированного оловом (ТО).

Базовая область фототранзистора выполнялась из узкозонного материала $p-InGaAsP$, а эмиттерный переход – из более широкозонного n^+InP . Слой $InGaAsP$ (концентрация дырок $\sim 10^{15} \text{ см}^{-3}$, ширина запрещенной зоны 0,78 эВ) толщиной 2 мкм выращивался на подложке из фосфида индия методом жидко-фазной эпитаксии. Базовый слой путем химического травления утончался до толщины ≤ 1 мкм. Слои ИТО наносились как на поверхность базы, так и на тыловую сторону подложки. Со стороны подложки слой ИТО служил прозрачным омическим контактом, а со стороны базы – коллекторным переходом. Такая конструкция фототранзистора позволяла производить засветку как через коллекторный переход, так и через подложку. Фотоактивная площадь исследованных структур определялась диаметром меза-травления и составляла величину $2 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2$. Согласно данным работы [3], на длине волны 632,8 нм действительная часть комплексного показателя преломления $InGaAsP$ равна 3,829. Учитывая, что показатель преломления пленок ИТО составляет величину порядка 2,0, такие пленки (помимо функций активного электрода структуры и токосъема) в данной конструкции прибора выполняют также роль эффективного просветляющего покрытия. На рисунке представлены спектральные зависимости монохроматической чувствительности исследованных гетерофототранзисторов при засветке через коллекторный переход



Спектральная зависимость монохроматической чувствительности фототранзистора со структурой $ITO-InGaAsP-InP-ITO$. а - при засветке со стороны коллекторного перехода, б - при засветке со стороны подложки.

(кривая а) и через подложку (кривая б). Величина напряжения смещения не превышала 1 В. При этом смещении значение величины темнового тока не превышало 0.1 мкА. Ростовая неоднородность эпитаксиальных структур обуславливала разброс значений коэффициентов усиления фототранзисторов, изготовленных на их основе. Некоторые фототранзисторы обладали высоким (до 10^2) значением коэффициента усиления. Исследование импульсных характеристик позволило оценить быстродействие описанных транзисторов. На длине волны 1.3 мкм при мощности порядка 40 мкВт времена нарастания и спада фототока не превышали значения 60–80 нс. Увеличение быстродействия (прежде всего за счет уменьшения площади перехода) является предметом дальнейших исследований.

Таким образом, исследованные фототранзисторы со структурой $ITO-InGaAsP-InP-ITO$ имеют расширенный спектральный диапазон чувствительности и являются перспективными при разработке фотоприемников для регистрации излучения светодиодов и лазерных диодов в режиме высоких выходных токов в диапазоне длин волн 0.4–1.6 мкм.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] А х м е д о в Д., Д а н и л ь ч е н к о В.Г., Ж и н г а р е в М.З. и др. // ФТП. 1982. Т. 16. № 2. С. 372–373.

- [2] Kobayashi M., Sakai S., Umeno M. // J. Appl. Phys. 1983. V. 22. N 3. L159-L161.
- [3] Sakai S., Naiton M., Kobayashi M., Umeno M. // IEEE Trans, Electron. Devices. 1983. V. 30. N 4. P. 404-408.

Поступило в Редакцию
4 мая 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 16
01

26 августа 1989 г.

РАДИАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МАГНИТНЫХ МОМЕНТОВ В ПОЛЕ ПЛОСКОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ

С.Т. З а в т р а к

Недавно проведенные исследования [1-4] показали, что наличие сжимаемости жидкости при взаимодействии малых частиц в поле звуковой волны приводит к качественно новым эффектам. А именно, к появлению дальнедействующих нормальных [1] (направленных по линии, соединяющей центры частиц) и дальнедействующих тангенциальных [2-4] (направленных по волновому вектору падающей волны и приводящих к вращению частиц друг относительно друга) радиационных сил взаимодействия. Эти силы являются квадратичными по полю и убывают обратно пропорционально расстоянию между частицами. Поэтому на больших расстояниях их влияние может стать доминирующим по сравнению с обычными короткодействующими силами Бьеркнеса [5-6]. Относительное движение частиц под действием дальнедействующих сил и сил Бьеркнеса исследовано в работе [4]. В этой работе показана возможность образования связанных состояний частиц в жидкости, отличных от коагуляции.

Интересно провести аналогию между взаимодействием частиц в жидкости и радиационным взаимодействием магнитных моментов в поле плоской электромагнитной волны $\vec{H}_{ext} = H_0 \cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})$ (\vec{H}_{ext} - вектор напряженности магнитного поля). Рассмотрим два магнитных момента $\vec{\mu}_1$ и $\vec{\mu}_2$, расположенных в точках с радиус-векторами \vec{r}_1 и \vec{r}_2 . Связь магнитных моментов $\vec{\mu}_{1,2}$ с обычными моментами количества движения $\vec{M}_{1,2}$ определяется следующим образом: $\vec{\mu}_{1,2} = \mu_{B1,2} \vec{M}_{1,2}$, где $\mu_{B1,2}$ - магнетоны Бора [7]. Внешние магнитные поля порождают моменты сил, следовательно, процессию моментов [8]:

$$\dot{\vec{M}}_{1,2} = [\vec{\mu}_{1,2}, \vec{H}(\vec{r}_{1,2}, t)].$$