

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ДАТЧИК ХОЛЛА НА ОСНОВЕ СЕЛЕКТИВНО-ЛЕГИРОВАННОЙ ГЕТЕРОСИСТЕМЫ С 2D-ЭЛЕКТРОНАМИ КАК ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКА

Кадушкин В. И., Ивашова Т. А.

В [1] были рассмотрены магнитополевые зависимости чувствительности γ датчиков Холла (ДХ) на основе селективно-легированной гетероструктуры (ГСЛ) $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}$ с 2D-электронами в режиме холостого хода при 300 и 77 К. Было показано, что максимальная вольтовая магниточувствительность γ для ДХ ГСЛ с 2D-электронами составляет $1.86 \cdot 10^3 \text{ В/А} \cdot \text{Т}$ и существенно превосходит данные для эпитаксиального GaAs (в тонкопленочном варианте).

Данная работа является продолжением [1] и посвящена исследованию важнейших параметров, таких как удельная чувствительность нагруженного ДХ γ^* , КПД η при 300 и 77 К.

Датчик Холла схематически в виде четырехполюсника представлен на рис. 1: к контактам 1—3 приложено напряжение U_1 и через ДХ протекает ток I_1 . При помещении ДХ в перпендикулярное магнитное поле между холловскими электродами 2—4 появляются выходные сигнал U_2 и ток I_2 (к выходным контактам 2 и 4 подключалось сопротивление нагрузки R_L). Методически мы следуем работе [2].

Нами была снята нагрузочная характеристика ДХ при $B=0.25 \text{ Т}$ и $I_1=0.2 \text{ мА}$ для 300 и 77 К (рис. 2, кривые 1 и 2), по которой рассчитана зависи-

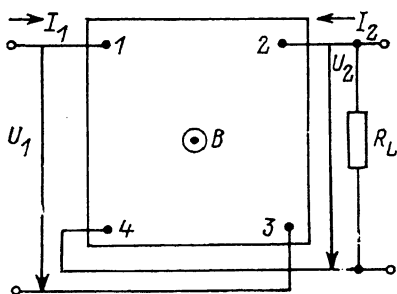


Рис. 1. ДХ с подключенным сопротивлением нагрузки R_L .

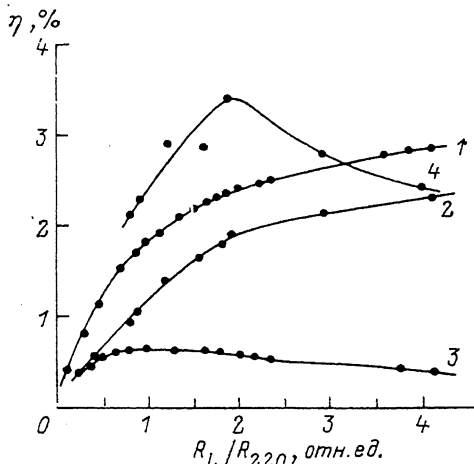
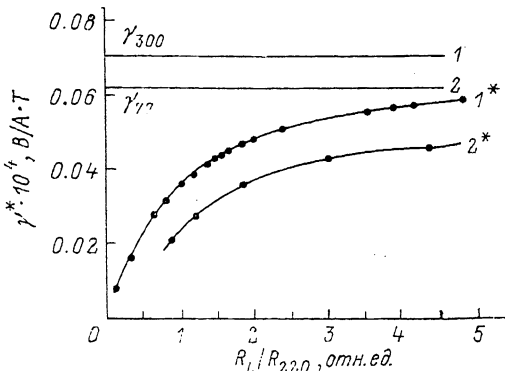


Рис. 2. Зависимость КПД η ДХ (1, 2) и выходного напряжения U_2 (3, 4) от отношения сопротивления нагрузки R_L к выходному сопротивлению без поля R_{220} .

Т, К: 1, 3 — 300, 2, 4 — 77.

Рис. 3. Зависимость удельной чувствительности нагруженного ДХ γ^* от отношения R_L/R_{220} .

$T, K: 1, 1^* - 300, 2, 2^* - 77.$



мость η от величины сопротивления нагрузки R_L (рис. 2, кривые 3 и 4). Величина сопротивления нагрузки менялась в пределах от 240 Ом до 18.6 кОм. При 300 К линейный участок на нагрузочной кривой 3 заканчивается при значении $R_L/R_{220}=1.07$, что соответствует максимальному $\eta_{\max}=0.66\%$. При 77 К это точка с отношением $R_L/R_{220}=1.9$ и $\eta_{\max}=3.4\%$. Коэффициент полезного действия ДХ можно увеличить за счет использования многих пар электродов [2]. При этом η может достигать предельного значения при $\mu_n B \rightarrow \infty$ (где μ_n — подвижность электронов). Однако для многоэлектродного ДХ необходимы трансформаторы как на входе, так и на выходе; следовательно, такой датчик нельзя использовать на постоянном токе.

Зависимость удельной чувствительности ДХ при наличии нагрузки γ^* от отношения R_L/R_{220} для 300 и 77 К представлена на рис. 3. С увеличением R_L кривая зависимости выходит на насыщение. На этом же рисунке приведены значения чувствительности ДХ в режиме холостого хода: $\gamma_{300}=710$, $\gamma_{77}=620$ В/А·Т.

Нами была рассчитана и построена зависимость удельной чувствительности ДХ в режиме холостого хода от магнитной индукции при 4.2 К (рис. 4). При больших полях крутизна нарастания сопротивления постепенно снижается, и максимум удельной чувствительности наступает при малых и средних значениях магнитной индукции. Так, при $B=0.384$ Т максимальная удельная чувствительность $\gamma_{4.2}=879$ В/А·Т.

Температурная зависимость чувствительности γ_0 в режиме холостого хода является определяющей при измерениях в сильных полях (в большинстве физических исследований и технических применениях используются именно такие поля). Использование же в качестве ДХ легированных полупроводников (как в нашем случае), слабая температурная зависимость которых позволяет измерять магнитные поля при нестабильной температуре окружающей среды (что было показано в [1]), снимает и эту проблему.

Все результаты были получены на образцах, выполненных в форме «клеверного листа». Контакты к двумерному каналу создавались впылением индия в атмосфере азота при 400 °С.

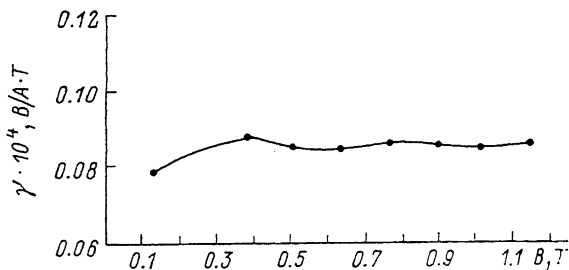


Рис. 4. Зависимость удельной чувствительности ДХ в режиме холостого хода для 4.2 К от величины магнитной индукции B .

Отметим, что полученные нами данные по чувствительности γ , ее термостабильности и η демонстрируют перспективность создания и практического применения датчиков Холла на основе ГСЛ $n\text{-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}$, выращенных методом МЛЭ.

Список литературы

- [1] Кадушкин В. И., Ивашова Т. А. // ФТП. 1991. Т. 25. В. 3. С. 566—568.
[2] Вайсс Г. Физика гальваномагнитных полупроводниковых приборов и их применение / Под ред. О. К. Хомерики. М., 1974. 384 с.

Научно-исследовательский
технологический институт
Рязань

Получено 4.06.1991
Принято к печати 28.06.1991

ФТП, том 26, вып. 2, 1992

МЕХАНИЗМ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В АРСЕНИД-ГАЛЛИЕВЫХ СТРУКТУРАХ [С ГЛУБОКИМИ ЦЕНТРАМИ

Хлудков С. С., Толбанов О. П.

В арсенид-галлиевых электронно-дырочных π - ν - n -структурах, содержащих глубокие центры, переключение осуществляется за время $\sim(0.5\text{--}5) \times 10^{-20}$ с [1, 2]. Это время, как правило, в 3—10 раз меньше ожидаемого времени переключения, определяемого процессами генерации и дрейфа носителей заряда с максимальной дрейфовой скоростью в условиях сильных электрических полей [3, 4]. В настоящей работе дается объяснение наблюдаемого эффекта на основе представлений о волнах ударной ионизации.

Представления о волнах ударной ионизации, их формировании и распространении были развиты в [5, 6] и используются для объяснения работы TRAPATT-диодов и быстродействующих переключателей на основе полупроводниковых p^+n-n^+ -структур [6, 7]. В этих приборах переходные процессы определяются скоростью распространения волны ударной ионизации v_x , которая может значительно превышать дрейфовую скорость насыщения носителей v_s [6].

В π - ν - n -структуре переключение осуществляется на участке обратной ветви вольт-амперной характеристики (ВАХ) при напряженностях поля, при которых развиваются ударная ионизация и лавинный пробой [8, 9]. Скорость переключения определяется прежде всего временем установления распределения плотности заряда Q и напряженности электрического поля \mathcal{E} в π - ν - n -структуре после подачи напряжения $U > U_n$ (U_n — напряжение переключения). Последовательность установления Q и \mathcal{E} в π - ν - n -структуре показана на рис. 1 и 2.

При подаче на структуру в момент времени $t=0$ ступеньки напряжения распределения Q и \mathcal{E} в ν -области (область I на рис. 1) установится за время диэлектрической релаксации $\tau_{nv} = \varepsilon \varepsilon_0 \rho_v$ ($\varepsilon = 11$ — диэлектрическая проницаемость GaAs, ρ_v — удельное сопротивление ν -области). В области II [часть области объемного заряда (ОЗ), π -области, в которой уровень Ферми располагается выше глубокого уровня, где все глубокие центры (ГЦ) заполнены электронами и находятся в заряженном состоянии] распределение Q и \mathcal{E} также установится за время диэлектрической релаксации. Это время очень мало: $\tau_{nv} \approx 10^{-14}$ с