

ЭМИТТЕР С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ СРОДСТВОМ НА ОСНОВЕ СЕГНЕТОПОЛУПРОВОДНИКА

А.Г. Ждан, В.Б. Сандомирский, Е.В. Ченский

Мы хотим обратить внимание на принципиальную возможность создания эмиттера с отрицательным средством из полупроводникового сегнетоэлектрика

Как известно [1], в свободной пластине сегнетоэлектрического полупроводника ниже точки Кюри спонтанная поляризация вблизи поверхности экранируется свободными и локализованными носителями заряда и в результате образуются приповерхностные изгибы зон. На той поверхности сегнетополупроводника, которая обогащена электронами, термодинамическая работа выхода понижается и может создаться ситуация, аналогичная существующей в эмиттерах с отрицательным электронным средством [2].

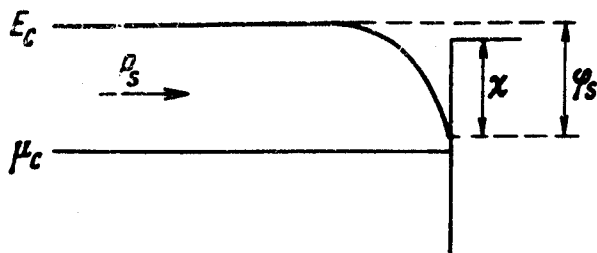
В отсутствие поверхностных состояний этот изгиб зон можно найти по формуле [1]:

$$\mu_c - \phi_s \approx T \ln \frac{|\alpha| P_s^2}{4 T N_c},$$

где μ_c — уровень Ферми в объеме сегнетополупроводника, отсчитанной от дна зоны проводимости, T — температура в энергетических единицах, N_c — эффективная плотность квантовых состояний в зоне проводимости, P_s — спонтанная поляризация, α — коэффициент в разложении свободной энергии сегнетоэлектрика, стоящий при P^2 . Соотношение (1) справедливо, когда концентрация примеси $N \ll N_c$. Для типичных значений параметров $N_c \approx 10^{19} \text{ см}^{-3}$, $\alpha = -10^{-3}$, $P_s = 5 \cdot 10^4 \text{ CGSE}$, $T \approx 300 \text{ K}$, $|\alpha| P_s^2 / 4 T N_c \approx 1$. Следовательно, загиб зон $\phi_s \approx |\mu_c|$. Таким образом, в широкозонном сегнетополупроводнике эта величина может составлять электронвольты¹⁾.

¹⁾ Для создания отрицательного электронного средства может потребоваться дополнительная обработка поверхности активными покрытиями [2].

Эмиссионной способностью такой системы можно управлять изменяя температурой величину спонтанной поляризации, а электрическим полем — ее знак.



Энергетическая схема сегнетополупроводникового эмиттера с отрицательным электронным средством. E_c — дно зоны проводимости, μ_c — уровень Ферми, P_s — спонтанная поляризация, χ — электронное средство, ϕ_s — загиб зон

В полидоменном сегнетополупроводнике эмиссия зависит от числа доменов с соответствующим знаком спонтанной поляризации, выходящих на эмиттирующую грань. Это обстоятельство позволяет управлять эмиссионным током, изменяя степень доменизации образца, а также изучать доменную структуру по топографии эмиссионных картин. Отметим, что поверхностные состояния будут существенно ослаблять влияние спонтанной поляризации на изгиб зон, если их плотность $N_s \geq P_s / q$. Однако, обычно $P_s / q \approx 10^{14} \text{ см}^{-2}$, а $N_s < 10^{14} \text{ см}^{-2}$. Ряд конкретных конструкций сегнетоэлектрических эмиттеров предложен в [3].

Поступила в редакцию
28 ноября 1974 г.
3 января 1975 г.

Литература

- [1] Е.В.Ченский. ФТТ, 12, 588, 1970.
[2] Н.Н.Петров. ЖТФ, 11, 2473, 1971.
[3] А.Г.Ждан, В.Б.Сандомирский. Авт.свид. № 404142 с приоритетом от 17.4.1972. Биллетень изобретений № 43, стр 162, 1973.