

06.1; 06.2

© 1992

НИЗКОЧАСТОТНЫЕ  $C-V$  ХАРАКТЕРИСТИКИ  
БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУР  $Me-In_2S_3/As_2Se_3-Al$ 

В.И. В е р л а н, М.С. И о в у, Е.Г. Х а н ч е в с к а я

Применение емкостной спектроскопии к аморфным полупроводникам позволяет более полно исследовать их границу раздела с различными металлическими электродами и энергетический спектр локализованных состояний [1, 2]. Дополнительную информацию о свойствах контакта металл-полупроводник, а также о параметрах локализованных состояний исследуемого материала можно получить с помощью применения фотоемкостного эффекта, основанного на увеличении емкости барьера Шоттки вследствие изменения зарядного состояния ловушек в приконтактной области [3]. С этой точки зрения представляет интерес исследование вольт-емкостных ( $C-V$ ) характеристик тонкопленочных гетероструктур (ГС)  $Me-In_2S_3 / As_2Se_3-Al$ , в которых наблюдается эффект записи оптической информации, основанный на взаимодействии алюминиевого электрода со слоем халькогенидного стеклообразного полупроводника (ХСП) под действием электрического поля и освещения [4].

В данной работе приводятся результаты исследования низкочастотных (НЧ)  $C-V$  характеристик в темноте и на свету для ГС  $Me-In_2S_3/As_2Se_3-Al$ , а также составляющих ее слоев по методике, описанной в работе [5]. Темновые характеристики исследуемых образцов при различных частотах (от 1 до  $10^{-3}$  с $^{-1}$ ) имеют вид кривой с максимумом симметричной относительно  $V=0$ . С уменьшением частоты максимум при  $V=0$  становится более выраженным, а сама величина емкости возрастает. Особенностью исследуемых образцов является то, что емкость и проводимость для тонкопленочных структур  $Me-In_2S_3-Al$  почти на два порядка больше, чем для  $Me-As_2Se_3-Al$ . Это позволяет нам в дальнейшем пренебречь барьерами на границах  $In_2S_3$  с различными металлами и свойствами самого слоя при рассмотрении  $C-V$  характеристик ГС  $Me-In_2S_3/As_2Se_3-Al$ .

Напряжение отсечки как в структуре  $Me-As_2Se_3-Al$ , так и в ГС  $Me-In_2S_3/As_2Se_3-Al$  зависит от частоты изменения приложенного напряжения и материала используемого электрода ( $Cr, Au, Bi, Sb, Ni, Al, Sn, SnO_2$ ). Это происходит из-за того, что с ростом работы выхода металла  $\varphi_M$ , величина энергетического барьера на границе раздела  $Me$ -ХСП уменьшается [6]. Об этом свидетельствуют и результаты исследования вольт-амперных характеристик, которые показывают, что при замене одного из электродов выпрямляющие свойства исследуемых структур изменяются [7]. Уменьшение величины энергетического барьера на границе раздела

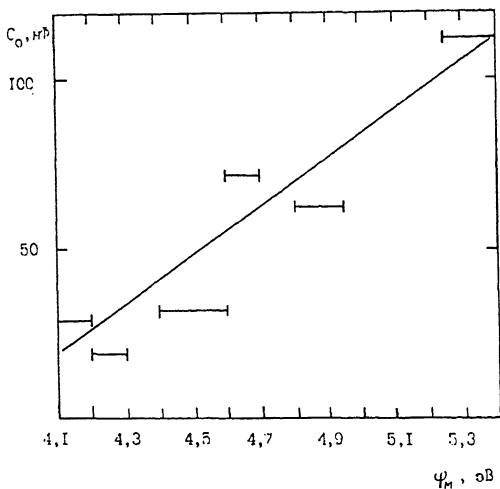


Рис. 1. Зависимость емкости  $C_0$  при нулевом смещении для структуры  $Me-As_2Se_3-Al$  от работы выхода металла  $\phi_m$ .

$Me-As_2Se_3$  приводит к тому, что эффективная толщина области пространственного заряда (ОПЗ) в селениде мышьяка уменьшается, в результате чего емкость структуры увеличивается (рис. 1).

Также следует отметить, что в зависимости от частоты сканирования зондируются локализованные состояния из ОПЗ, находящиеся ближе или дальше от границы раздела со слоем ХСП. Оценки показывают, что максимальная ширина области объемного заряда у барьера  $Al-As_2Se_3$  при комнатной температуре составляет около 1.6 мкм [8]. Концентрация ловушек, определенная по тангенсу угла наклона зависимости  $I/C^2-V$ , для  $As_2Se_3$  составляет величину  $N_t \sim 10^{14} \text{ см}^{-3}$ .

Обнаружена сильная зависимость емкости исследуемых ГС от интенсивности, энергии падающих фотонов и направления освещения. Так, при освещении  $As_2Se_3$  светом из области  $h\nu < E_{g2} = 1.76 \text{ эВ}$  имеет место увеличение емкости без сдвига максимума относительно оси  $V=0$ . В то же время, при освещении сильнопоглощаемым светом  $h\nu = 2.45 \text{ эВ} > E_{g2}$  кроме резкого увеличения емкости структуры  $Me-As_2Se_3-Al$  имеет место сдвиг максимума вправо или влево в зависимости от направления освещения (рис. 2).

В то же время для структуры  $Me-In_2S_3-Al$  емкость при освещении слабопоглощаемым светом из области  $h\nu = 1.33 \text{ эВ}$  ( $E_{g1} = 2.05 \text{ эВ}$ ) больше, чем при освещении сильнопоглощаемым светом с энергией  $h\nu = 2.45 \text{ эВ}$ , что обуславливает особенности  $C-V$  характеристик ГС. Это дополнительно говорит о том, что основной вклад в емкость структуры  $Me-In_2S_3-Al$  дает объем материала, а не барьеры с металлическими электродами.

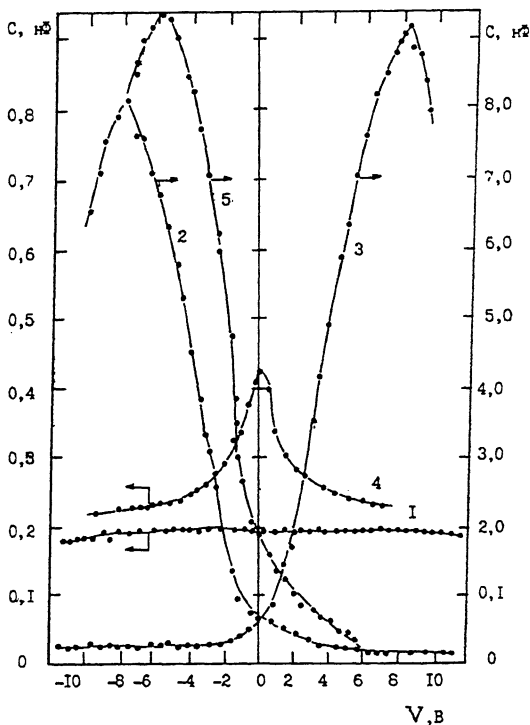


Рис. 2.  $C-V$  характеристики для структуры  $Al-As_2Se_3-Al$  (1, 2, 3) и ГС  $Al-In_2S_3/As_2Se_3-Al$  (4, 5) при частоте  $\nu = 5 \cdot 10^{-3}$  в темноте (1, 4) и при освещении (2, 3, 5) сильнопоглощаемым светом ( $h\nu = 2.45$  эВ) со стороны нижнего (3) и верхнего (2, 5) электрода. Полярность напряжения относительно нижнего электрода.

При освещении ГС  $Me-In_2S_3/As_2Se_3-Al$  со стороны слоя  $In_2S_3$  имеет место лишь незначительное увеличение емкости структуры без значительного смещения максимума. Наиболее сильные изменения емкости происходят в случае освещения со стороны слоя  $As_2Se_3$ . Кроме того, в этом случае емкость ГС больше возрастает при ее освещении светом из области  $h\nu = 1.76$  эВ, чем при  $h\nu = 2.45$  эВ, что подтверждает вывод о том, что основной вклад в емкость ГС дает прослойка из  $As_2Se_3$  и барьеры на границах раздела  $Al-As_2Se_3$  и  $In_2S_3/As_2Se_3$ .

Анализ  $C-V$  характеристик исследуемых структур в темноте и на свету показывает, что сдвиг  $C-V$  характеристик во всех случаях (рис. 2) соответствует процессу накопления положительного заряда в объеме  $As_2Se_3$ . Установлено, что количеством накопленного заряда и местом его расположения можно управлять интенсивностью света, длиной волны кванта освещения, а также максимальным значением приложенного напряжения к исследуемым структурам

## С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] S i m a s h k e v i c h A.A., S h u t o v S.D. // Phys. Stat. Sol.(a) 1984, N 84. P. 343.
- [2] Б о р д о в с к и й Г.А., К а н и ч е в М.Р. // ФТП. 1990. Т. 24. С. 527.
- [3] Р о д е р и к. Э.Х. Контакты металл-полупроводник. М.: „Радио и связь“, 1982.
- [4] Стеклообразные полупроводники в фотоэлектрических системах записи оптической информации / Под ред. А.М. Андриеша. Кишинев: Штиинца, 1988.
- [5] Б о р д о в с к и й Г.А., К а н и ч е в М.Р., Л ю б и н В.М. // ФТП. 1989. Т. 23. С. 616.
- [6] И о в у М.А., И о в у М.С., Ш у т о в С.Д. Письма в ЖТФ, 4, 1978.
- [7] И о в у М.А., И о в у М.С., Х а н и ч е в с к а я Е.Г. В сб.: Стеклообразные полупроводники для оптоэлектроники. Кишинев: Штиинца, 1991. С. 147.
- [8] А н д р и е ш А.М., В е р л а н В.И., Г у м е н ю к Н.А., М а л к о в С.А. Изв. АН МССР, Сер. физ.-техн. и матем. наук. 1989. Т. 2. С. 34

Институт прикладной физики  
АН Молдовы, Кишинев

Поступило в Редакцию  
1 августа 1992 г.