

УДК 621.382.2

ФИЗИКА

Т. С. Золян

Высокотемпературный переключатель на трехокиси висмута Bi_2O_3

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Г. М. Двакьянцем 5/X 1972)

Известны термические переключатели-приборы, предназначенные для переключений (включения и выключения) в электрических цепях, принцип действия которых основан на резком изменении проводимости в момент фазового перехода, происходящего при достижении определенной температуры (¹).

Основной недостаток известных к настоящему времени таких термических переключателей — низкая рабочая температура, ограниченная температурой фазового перехода I рода, технологическая сложность изготовления и подбора полупроводниковых соединений требуемого переменного состава. Так, в работе (²), подытоживающей результаты работ в этой области с 1959 года, приводятся данные по полупроводниковым материалам, обладающими наилучшими характеристиками — максимальным R_0/R отношением сопротивления в „выключенном“ и „включенном“ состоянии и температурой фазового перехода. В качестве одного из лучших этими авторами выбрана двуокись ванадия VO_2 , имеющая температуру фазового перехода лишь 68°C при фазовом скачке сопротивлений в 10^4 раз (³). Статистическая вольтамперная характеристика (ВАХ) прибора на основе VO_2 , подверженного длительной технологической обработке с целью дальнейшей рентгенографической выборки образцов стехиометрического состава $\text{VO}_{2,01}$, показывающих наибольшую величину R_0/R до 10^3 , показана на рис. 1.

Как видно из этого рисунка, ВАХ прибора сильно зависит от окружающей температуры и вблизи температуры фазового перехода уже при 55°C прибор теряет свои переключательные свойства.

Однако, если применить в качестве полупроводникового материала для термического переключателя трехокись висмута — Bi_2O_3 , которая согласно нашим данным (⁴) обладает скачком проводимости, достигающим до 10^4 раз (рис. 2), при переходе от высокоомной низкотемпературной $\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$ модификации к низкоомной высокотемпературной $\delta\text{-Bi}_2\text{O}_3$ модификации, то рабочую температуру термического переключателя можно повысить во много раз, доведя ее до 1000°K . Для

практического осуществления такой возможности и снятия соответствующих характеристик $U=f(I)$ был изготовлен образец весьма простой конструкции. Концы двух проводников, диаметром 0,1 мм из материала не подверженного взаимодействию с расплавом Bi_2O_3 , располагаются на расстоянии до 0,5 мм и закрепляются каплей, застывшей между концами Bi_2O_3 , диаметром 0,5–1 мм. Другие два конца подключаются к стандартной измерительной схеме (5).

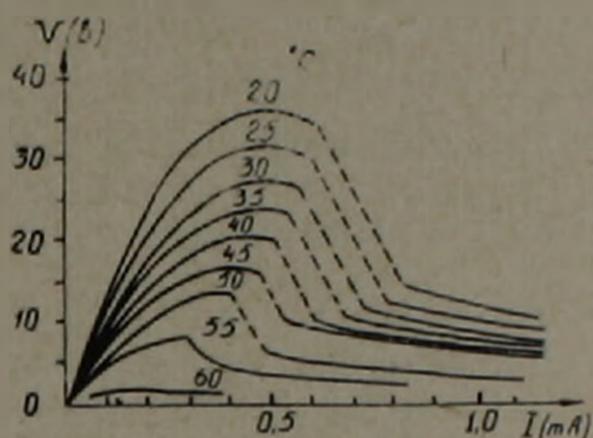


Рис. 1. Влияние окружающей температуры на статические ВАХ—прибора на основе VO_2

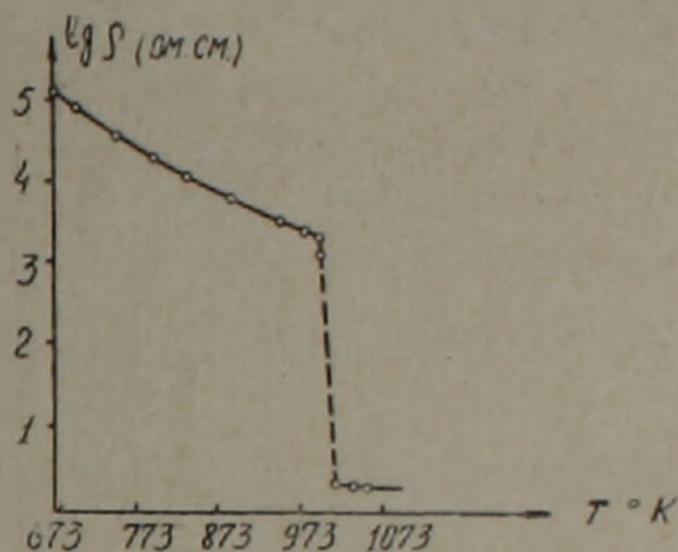


Рис. 2. Температурная зависимость удельного сопротивления трехокиси висмута Bi_2O_3

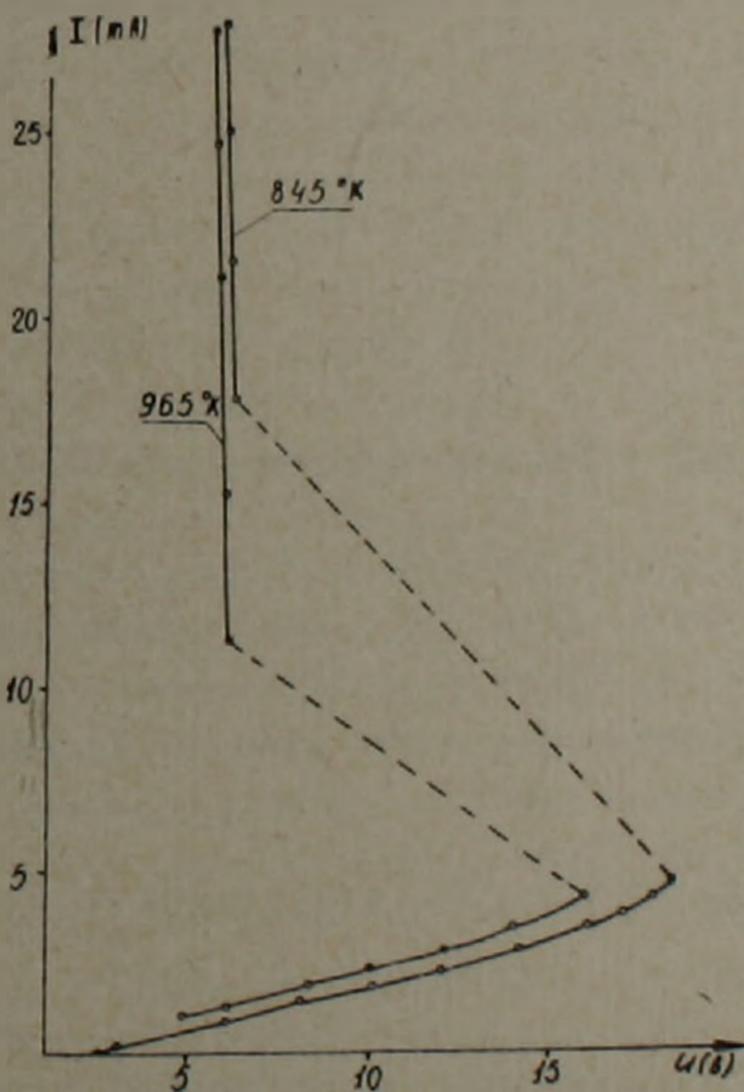


Рис. 3. Статистическая ВАХ термического переключателя на основе Bi_2O_3 при высоких температурах

Типичные S-образные статистические вольтамперные характеристики для температур 845°K и 965°K показаны на рис. 3, из которых видно, что даже вблизи максимальной рабочей температуры прибор обладает достаточно высокой переключающей способностью. Сильная зависимость ВАХ от температуры позволяет производить ее регулирование путем косвенного подогрева, осуществляемого миниатюрной печью. Изменяя ток накала этой печки, можно регулировать как сопротивление переключателя, так и точку переключения.

Одновременно, как это видно из рис. 2 и 3, переключатель может быть использован как весьма простой и чуткий сигнализатор температуры в 1000°K.

Сильная зависимость сопротивления R от температуры T для полупроводников, применяемых в терморезисторах, у которых в нелинейной части $R \sim \exp\left(\frac{B}{T}\right)$, где B — коэффициент термической чувствительности для Vl_2O_3 имеет довольно большую величину, так как $B = \frac{\Delta W}{2K}$

(⁶), а для Vl_2O_3 ширина запрещенной зоны ΔW доходит до $\Delta W = 3,2 \text{ эв}$ (⁷), что в свою очередь определяет большое значение температурного коэффициента сопротивления $\alpha = \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dT} = -\frac{B}{T^2}$, характерного для терморезисторов (⁸).

Все это наряду с сильно выраженной зависимостью $\rho = f(T)$ (рис. 2) указывает, что термический переключатель до температуры фазового перехода может быть использован и как чувствительный терморезистор.

Институт радиофизики и электроники

Академии наук Армянской ССР

Ս. Տ. ԶՈՒՅԱՆ

Բարձրաստիճան փոխակերպիչ բիսմութի եռօքսիդի վրա

Ուսումնասիրվում է բարձրաստիճան փոխակերպիչի վոլտ-ամպերային բնութագրերը բիսմութի եռօքսիդի վրա, որն ընդունակ է աշխատելու մինչև 1000°K. Սարքի հիմքում ընկած է 1000°K դեպքում բիսմութի եռօքսիդի բարձրօժական մոդիֆիկացիայից ցածր օժական մոդիֆիկացիայի ֆազային անցման հատկությունը:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ո Ւ Շ Ո Ւ Ն Ո Ր Բ Յ Ո Ր Ն

- ¹ Электроника, т. 17, 26, Изд. ВИНТИ, М., 1968. ² R. G. Core, A. W. Penn Brit. J. Appl. Phys. (J. Phys. D.), Y. 1, s. 2, 161, (1968). ³ F. J. Morin, Phys. Rev., Letters., 3, 34(1959). ⁴ Г. С. Золян, А. Р. Регель, ФТТ, т. 5, 2420 (1963). ⁵ А. К. Криштафович, Электронные измерения, Изд. „Высш. школа“, М., 1969. ⁶ А. Ф. Городецкий, А. Ф. Кравченко, Полупроводниковые приборы, Изд. „Высш. школа“, М., 1967. ⁷ Р. Бьюб, Фотопроводимость твердых тел, Изд. „Физматгиз“, М., 1962. ⁸ В. В. Пасынков, Г. А. Савельев, Л. К. Чурикин, Нелинейные полупроводниковые сопротивления, Изд. судостроит. пром., Л., 1962.