

ОСОБЕННОСТИ ВАХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР Al-Al₂O₃-МЕТАЛЛ

АЛЕКПЕРОВА Ш.М., ГАДЖИЕВА Г.С., АХМЕДЗАДЕ Р.Г.,
АХМЕДОВ И.А. АБДУЛ-ЗАДЕ Н.Н.

Институт Физики НАН Азербайджана

Исследовано влияние природы материала верхнего электрода на ВАХ тонкопленочных структур Al-Al₂O₃-М (М= Ag, Al, In, Cu, Sn). Показано, что в зависимости от материала верхнего электрода наблюдаются ВАХ с отрицательным сопротивлением N - и S-типов, а также характеристики типичные для варисторов.

Ранее [1] нами были изучены явления переключения и переноса в тонкопленочной структуре Al-Al₂O₃-Ag, на ВАХ которой была обнаружено отрицательное сопротивление (ОС) N-типа и следующее за ним S-типа (рис.1).

В настоящей работе исследуется влияние природы материала верхнего электрода на ВАХ тонкопленочных структур Al-Al₂O₃-металл. Исследуемые структуры на ситалловой подложке изготавливались термическим напылением алюминия в вакууме $\sim 5 \cdot 10^{-5}$ мм.рт.ст. Окисный слой алюминия (Al₂O₃) толщиной 30-60 Å получен экспонированием напыленного алюминия при нагреве подложки. Затем на этот слой наносился верхний электрод из различных металлов (Ag, Al, In, Cu, Sn). ВАХ структур осциллографировались на характериографе ПНХТ-1.

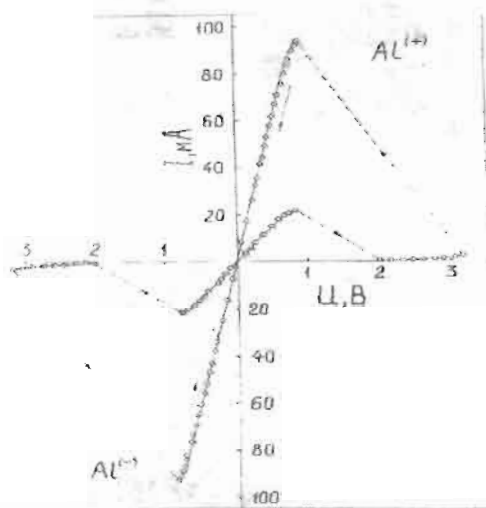


Рис.1. Статическая ВАХ структуры
Al-Al₂O₃-Ag при комнатной температуре

На рис.2 приведены осциллограммы ВАХ исследуемых структур Al-Al₂O₃-М при комнатной температуре. Видно, что характер ВАХ зависит от металла, образующего контакт с пленкой Al₂O₃. Так, на образцах с верхним электродом из серебра на ВАХ наблюдаются отрицательное сопротивление N-типа и следующее за ним S-типа (рис.1 и рис.2,а). На образцах с верхним электродом из индия (рис.2, в) и олова (рис.2,д) в основном получались характеристики варисторного типа. В структурах с алюминиевым (рис.2,б) и медными электродами (рис.2,г) наблюдались характеристики с эффектом переключения S-типа, отличающиеся от характеристик образцов с серебряным электродом отсутствием N-образного участка на ВАХ до переключения S-типа. В редких случаях на характеристиках образцов с алюминиевым верхним электродом наблюдался эффект переключения с несколькими участками отрицательного

сопротивления, что также видно из рис.2,б. Однако, на структурах с верхним электродом как из алюминия, так и из меди после нескольких измерений (10-15) наблюдались большие нестабильности рабочих характеристик и выход образцов из строя. Описанные характеристики имеют некоторое сходство с характеристиками тонкопленочных диодов на основе TiO_2 [2] и отличаются от характеристик диодов на основе Al_2O_3 [3, 4, 5],

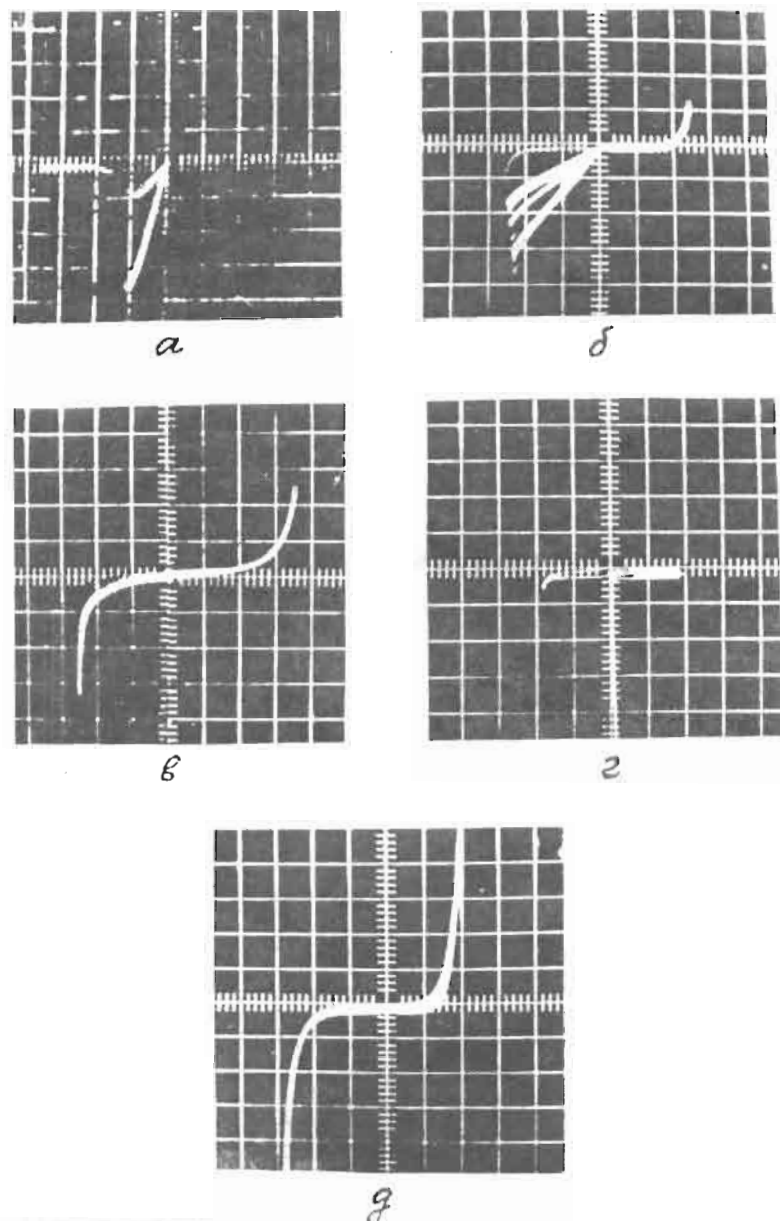


Рис.2. Осциллограммы ВАХ структур $\text{Al-Al}_2\text{O}_3\text{-M}$ с верхним электродом из Ag(а), Al(б), In(в), Cu(г), Sn(д), масштаб: $U-1$ В/дел, $I-20$ мА/дел для структуры $\text{Al-Al}_2\text{O}_3\text{-Ag}$ и $U-2$ В/дел, $I-0,1$ мА/дел для остальных структур.

полученных с использованием различных верхних электродов. Во всех исследованных нами образцах наблюдалось изменение тока со временем, если они выдерживались под напряжением. Причем, при отрицательном нижнем электроде происходило увеличение, а при положительном - уменьшение тока со временем примерно с одинаковой инерционностью. Наблюдаемые изменения были обратимыми - первоначальные значения токов восстанавливались при перемене полярности

напряжения. Время таких изменений колеблется в пределах от нескольких секунд до нескольких минут.

Следует отметить что, характеристики структур с верхним электродом из индия (рис.2,в) и олова (рис.2,д) не симметричны относительно полярности приложенного напряжения: для получения одного и того же тока в разных направлениях требуется разные значения напряжения.

Из анализа ВАХ структур в рамках существующих теорий установлено, что токопрохождение через них обусловлено как туннельным эффектом, так и эффектом Шоттки.

Определены высоты потенциальных барьеров, которые оказались равными $\Phi_1 \approx 0,73 \text{ эВ}$ на границе $\text{Al}-\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\Phi_2 \approx 0,53; 0,79; 0,97; 1,1; \text{ и } 1,12 \text{ эВ}$ на границе Al_2O_3 с $\text{In, Ag, Al, Sn, Cu}$ соответственно.

Определена также эффективная масса электронов в Al_2O_3 ($m^* \approx 1,62m_0$),

Установлено, что переключение N-типа инициировано захватом электронов на ловушки, расположенные в запрещенной зоне Al_2O_3 , а S-типа – туннелированием электронов из валентной зоны окисла и ловушечных уровней в металлический электрод под действием сильного электрического поля.

-
- [1] *Ш.М.Алекперова, В.А.Ветхов, Г.С.Гаджиева, Ф.Д.Касимов, В.М.Мамиконова.* Радиотехника, N 2, 32, 1986.
 - [2] *Г.И.Черкашин, И.И.Лонкевич, В.И.Стафеев, М.С.Лурье.* В сб. Физика р-п- переходов. Рига, «Зинате», 408, 1966
 - [3] *R.M.Handy.* Phys.Rev., 126, 6, 1968, 1962
 - [4] *Г.А.Филаретов, В.И.Стафеев, Г.И.Черкашин, М.С.Лурье, Ю.З.Бубнов, Ж.С.Аснина.* Радиотехника и электроника, 11, N 2, 298, 1966.
 - [5] *C.Barriac, P.Pinard, F.Davoine.* Phys Status Solidi, 34,2,621,1969

NAZİK TƏBƏQƏLİ $\text{Al}-\text{Al}_2\text{O}_3$ -METAL STRUKTURLARININ VAX-NIN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

ƏLƏKBƏROVA Ş.M., HACIYEVA G.S., ƏHMƏDZADƏ R.Q.,
ƏHMƏDOV İ. A., ABDUL-ZADƏ N.N.

$\text{Al}-\text{Al}_2\text{O}_3$ -M (M= Ag, Al, In, Cu, Sn) strukturlarında yuxarı elektrodun hazırlandığı materialın strukturun VAX-na təsiri tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, yuxarı elektrodun hazırlandığı materialın təbiətindən asılı olaraq strukturlarda N- və S-tipli mənfi müqavimətli və varistorlar üçün xarakterik olan xarakteristikalar müşahidə edilir.

THE PECULIARITIES OF VI CHARACTERISTICS OF $\text{Al}-\text{Al}_2\text{O}_3$ -METALL STRUCTURES

ALEKBEROVA SH.M., GADJIYEVA G.S., AHMEDZADE R.G.,
AHMEDOV I.A. ABDUL-ZADE N.N.

The influence of nature of upper electrode on the volt-ampere characteristics of thin-films structures $\text{Al}-\text{Al}_2\text{O}_3$ -M (M= Ag, Al, In, Cu, Sn) has been investigated. The shape of the volt-ampere characteristics is shown to depend upon the nature at the upper electrode metal are established feature two regions of negative resistance N-type, S-type and characteristics of varistore type.