

HAVANIN TƏZYİQİNƏ HƏSSAS OLAN NAZİK TƏBƏQƏLİ ÇEVİRİCİ VƏ VARİSTOR

G.S. HACIYEVA, N.N. ABDULZADƏ, F.A. KAZIMOVA, N.N. MURSAKULOV

AMEA-nın H.M.Abdullayev adına Fizika İnstitutu,

Bakı, Az 1143, H.Cavid 131

gulcahanhaciyeva@gmail.com

Havanın seyrəkləşmə dərəcəsinin Al-Al₂O₃-metal (Ag, İn, Sn, Cu) quruluşuna ondakı üst kontakt materialının növündən asılı olaraq təsirinə öyrənilməsi göstərdi ki, üst təbəqə gümüş və mis olan hallarda həmin quruluş $7.6 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^5$ mm c.s. təzyiqlə təzyiqlə həssas aşırma diodu, üst təbəqə indium və stannium olan halda isə özünü aşağıvoltage varistor kimi aparır.

Açar sözlər: nazik təbəqəli MOM-quruluşlar, çevirici, havanın təzyiqlə, varistor.

PACS: 70.73; 84.32Dd; 84.32Ff; 85.70Kh; 68.55,-a; 81.15.Aa

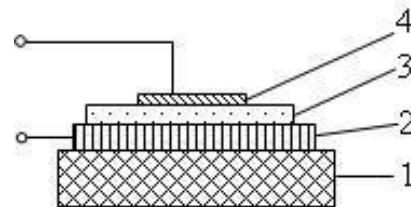
GİRİŞ.

Keçən əsrin 60-90-cı illərində elmi ədəbiyyatda çoxlaylı metal-dielektrik-metal (MDM) quruluşların elektrofiziki xassələrinin tədqiqinə həsr olunmuş çoxlu sayda elmi işlərə rast gəlmək mümkün idi. Bu işlərin bəzilərində həmin quruluşların voltamper xarakteristikalarında həm N-tip, həm də S-tip mənfi müqavimət (MM) oblastına malik çevirmə və yaddaş effektinin mövcudluğu barədə, eləcə də bunlarda cərəyanın axma mexanizmləri barədə informasiyalar verilir. Bu quruluşların hazırlanması zamanı dielektrik təbəqə və onun təbiəti bu quruluşların elektrofiziki xarakteristikalarında mühüm rol oynadığına görə, onların fiziki xassələrinə və alınma texnologiyasına qoyulan tələblər çox yüksək idi. Ümumi halda, quruluşda dielektrik təbəqə rolunda material kimi istənilən dielektrik materialın təbəqəsi ilə yanaşı silisium, titan, tantal, niobium və başqalarının oksidləri də ola bilər. Son onilliklərdə MDM-quruluşlar texnologiyasında yaxşı dielektrik xassəyə, kontakt materialları ilə reaksiyaya daxil olmayan, böyük radioaktiv davamlılığa malik olan və xarici təsirlərə (məsələn, işığa, maqnit sahəsinə, rentgen şüalanmasına) qeyri həssas olan alüminium oksidinin (Al₂O₃) təbii geniş miqyas alması müşahidə edilir [1,2].

Bu keyfiyyətlərinə görə nazik təbəqəli, MDM quruluşu malik, VAX-da mənfi müqavimət müşahidə edilən, aşırma və yaddaş effektlərinə malik quruluşlar bir çox alimlərin tədqiqat obyektinə çevrilmişdi [3-12]. Havanın seyrəkləşməsi dərəcəsinin nazik təbəqəli Al-Al₂O₃-Ag quruluşunun VAX-ına təsirinə araşdırılması zamanı maraqlı nəticələr alınmışdır. Belə ki, quruluşa tətbiq edilmiş gərginliyin sabit qiymətində havanın təzyiqlə dəyişməsi, yəni qalxması və ya azalması ilə əlaqədar quruluşun özbaşına yüksəkölü və ya kiçikölü hala keçməsi müşahidə olunur [12]. Quruluşların üst qatına çəkilmiş elektrodun materialı indium (İn) və qalaydan (Sn) ibarət olanda varistor tipli voltamper xarakteristikası müşahidə olunur [13]. Dünya elmi ədəbiyyatının araşdırılması göstərdi ki, biz tərəfdən tədqiq olunan MOM quruluşlarda yuxarıda qeyd edilən effektlər müşahidə olunmamışdır. Odur ki, bizim təqdim etdiyimiz işin əsas məqsədi Al-Al₂O₃-Ag (İn, Sn,Cu) nazik təbəqəli quruluşların tədqiqi və onların kiçikvoltage varistor və atmosfer təzyiqlə həssas çeviricilər kimi tətbiq olunmasıdır.

TƏCRÜBƏNİN METODİKASI

Qoyulmuş məqsədə nail olmaq üçün nazik təbəqəli Al-Al₂O₃-metal əsaslı MOM quruluşlar hazırlanmışdır. Bunun üçün qızdırılmış və ya soyuq sital və ya digər neytral oturmaq üzərinə $\sim 5 \cdot 10^5$ mm c.s. vakuuma termik buxarlandırma üsulu ilə alüminium təbəqəsi buxarlandırılır və havada ekspozisiya etməklə, onun səthində qalınlığı 30-60 angstrom olan, Al₂O₃ təbəqəsi yaradılır. Bu üsulla alınmış Al₂O₃ təbəqəsi çirklənməyə məruz qalmır və ste-xiometrik tərkibə uyğun olur [14]. Sonra həmin təbəqənin üzərinə vakuuma termik buxarlandırma üsulu ilə lazımı üst elektrod, uyğun olaraq gümüş, indium, qalay və ya mis çəkilir.



Şəkil 1. Al-Al₂O₃-metal MOM quruluşunun sxematik təsviri. 1-oturmaq; 2-alüminium təbəqə; 3- oksid (Al₂O₃) təbəqə; 4-üst elektrod.

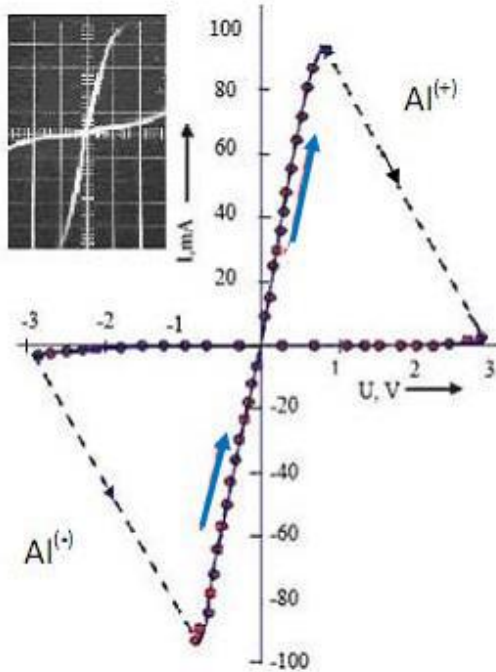
1 sayılı şəkildə Al-Al₂O₃-metal əsaslı MOM quruluşunun sxematik şəkli verilmişdir. Quruluşların işçi oblastının sahəsi $\sim 1,07 \text{ mm}^2$ və elektrodların qalınlığı isə $\sim 0,3 \text{ mkm}$ -dir. Tədqiq edilən nümunələr ($760 \cdot 10^{-6}$)mm c.s intervalında təzyiqlə almağa imkan verən vakuuma qurğusunun qalpağı altına yerləşdirilir. Təcrübələr ümumən qəbul edilmiş qaydada statik rejimdə aparılmış və PNXT-1 tipli xarakterioqrafda ossiliqramlaşdırılmışdır.

TƏDQIQATLARIN NƏTİCƏLƏRİ VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Alınmış Al-Al₂O₃-Ag quruluşu aşağıda göstərilən kimi işləyir. Ona 760mm c.s. təzyiqlə malik hava mühitində ixtiyari polyarlığa malik təxminən 3,3 V qərginlik tətbiq etdikdə, o, kəskin şəkildə kiçikölü hala keçir (şəkil 2). Nümunənin yüksəkölü hala keçməsi tətbiq olunmuş gərginliyin qütblərinin dəyişməsi ilə baş verir. Ətraf mühitin təzyiqləni azaltdıqda da quruluş yüksəkölü hala

HAVANIN TƏZYQINƏ HƏSSAS OLAN NAZİK TƏBƏQƏLİ CƏVİRİCİ VƏ VARİSTOR

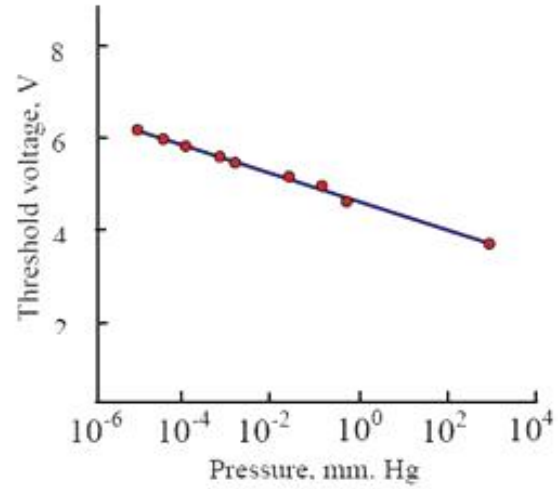
keçir. Məsələn, havanın təzyiqi 10^{-2} mm c.s.-na bərabər olanda aşırma gərginliyi artıq 5 V-a qədər yüksəlir. Təzyiqin qiyməti $\sim 10^{-5}$ mm c.s.-na bərabər olanda o, 6 V-a çatır. Yüksəkölümlü haldan kiçikölümlü hala aşırma həddinin havanın 10^{-5} mm c.s. təzyiqlərə qədər asılılığı xəttidir (şəkil 3). Təzyiqin sonrakı azalması aşırma gərginliyinin dəyişməsinə gətirib çıxarmır. Tədqiqatlar göstərdi ki, əgər quruluşa tətbiq edilmiş gərginliyin və havanın təzyiqinin müəyyən bir qiymətində nümunə kiçikölümlü haldadırsa, havanın təzyiqinin azalması ilə o, öz-özünə yüksəkölümlü hala keçir. Əgər təzyiq yenidən artarsa, quruluş təzədən kiçikölümlü hala keçir. Beləliklə, quruluş verilən gərginlikdə havanın təzyiqinin dəyişməsinə reaksiya verərək öz-özünə yüksəkölümlü və ya kiçikölümlü hala keçə bilər. Quruluşun aşırma həddinin havanın təzyiqinə olan həssaslığını gümüşün alüminium oksidə yüksək diffuziya etmək qabiliyyəti və həmçinin oksid təbəqə - üst kontakt oblastında oksigenin sorbsiya və desorbsiyaya uğraması ilə əsaslandırmaq olar.



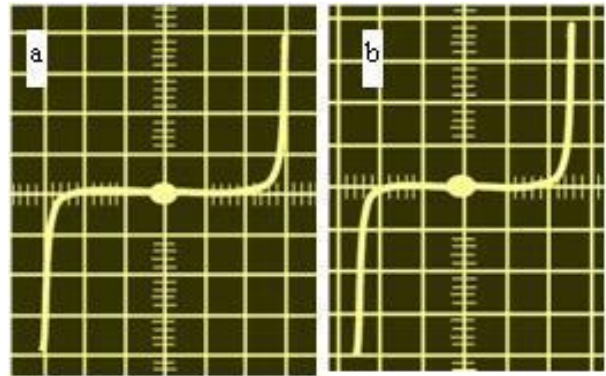
Şəkil 2. Al-Al₂O₃-Ag quruluşunun otaq temperaturunda statik voltamper xarakteristikası və onun ossiloqramı (miqyas: $U=1V/1$ bölgü; $I=20mA/1$ bölgü).

Üst elektrodun materialının Al-Al₂O₃-metal (Ag, In, Sn, Cu) quruluşunun VAX-na təsiri tədqiq edilmişdir [13]. Müəyyən olmuşdur ki, müşahidə edilən VAX-ın görünüşü hər bir konkret halda materialların çıxış işinin qiymətindən asılıdır. Belə ki, üst elektrod gümüşdən ibarət olduğu halda mənfi müqavimət oblastına malik VAX müşahidə edilir (Şəkil 2). Üst elektrod In və Sn materiallarından ibarət olduğu hallarda isə varistorların VAX-na xas olan, tətbiq olunan gərginliyin qütblərinə simmetrik xarakteristika müşahidə edilir (şəkil 4). Quruluşa məxsus müqavimətin onun diferensial müqavimətinə nisbəti ilə təyin edilən qeyri-xətlik əmsalı $\beta=(U/I)/(dI/dU)$ sabit qalır. Alınmış quruluşların VAX-ları zaman keçdikcə

kifayət qədər stabilliklərini saxlayırlar. Qeyd etmək lazımdır ki, üst elektrodu mis olan MOM-quruluşun VAX-ı görünüşcə Al-Al₂O₃-Ag quruluşunun xarakteristikası kimidir (şəkil 2). Tədqiq edilən quruluşların ixtiyari ölçüdə alınma imkanları onların mikrominiaturizasiyasına və kapsullaşdırılmasına imkan yaradır.



Şəkil 3. Otaq temperaturunda Al-Al₂O₃-Ag quruluşu üçün aşırma həddinin havanın təzyiqindən asılılığı.



Şəkil 4. Üst elektrodu In (a) və Sn (b) olan Al-Al₂O₃-metal quruluşunun ossiloqramı. Miqyas: $U=2V/1$ bölgü; $I=1mA/1$ bölgü.

NƏTİCƏ

$7.6 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-5}$ mm c.s. təzyiqləri aralığında havanın təzyiqinə həssas olan aşırıcılar (çeviricilər) və kiçikvoltage varistor qismində tətbiq etməyə imkan verən Al-Al₂O₃-metal (Ag, In, Sn, Cu) əsaslı nazik təbəqəli MOM - quruluşlar hazırlanmışdır. Həmin aşırıcılar rele funksiyası daşıyan, təzyiqin qiymətinin dəyişməsi haqqında siqnal verən təzyiq sensorları və qapalı həcmərdə təzyiqi nizamlama üçün funksional elementlərdə - sensorlarda istifadə edilə bilərlər. Varistorlar isə gərginlik stabilləşdiricilərində, tezlik gücləndiricilərində (multiplikatorlarında) və moduliyatorlarda v.s. tətbiq oluna bilərlər.

- [1] *А.Г. Абдуллаев*. Исследование физических процессов, обуславливающих эффекты переключения и памяти в МОП-структурах на основе телурида меди. Диссертация на соискание степени кандидата физико-математических наук. Баку. 1972, 162.
- [2] *Г.С. Гаджиева*. Исследование механизма токопрохождения и эффекта переключения и памяти в МОП-структурах на основе селенида серебра. Диссертация на соискание степени кандидата физико-математических наук. Баку. 1979, 157.
- [3] *Г.С.Крейнина*. Радиотехника и электроника. 1962, 7, №1, 182-185.
- [4] *Г.А. Филаретов, В.И. Стафеев, Г.А. Черкашин, М.С. Лурье, Ю.З. Бубнов, Ж.С. Аснина*. Радиотехника и электроника. 1966, 11 №2, 298-301.
- [5] *Г.А. Филаретов, В.И. Стафеев, Г.А. Черкашин, Ю.З. Бубнов*. Физика и техника полупроводников. 1967, 1, №9, 1381-1385.
- [6] *А.А.Галкин, О.М.Игнатьев*. Письма в ЖЭТФ. 1969, т9 №12, 567-660.
- [7] *L. Frank*. Phys. Status Solidi (a). 1971, 4, №2, 135-138.
- [8] *T.W. Hickmott*. Thin Solid Films. 1972, 9, №3, 431-446.
- [9] *Н.М. Vodenicharov, S.G. Christov*. Solid State Electron. 1972, 15, №8, 933-943.
- [10] *В.И. Стафеев, Ш.М. Алекперова, Г.С. Гаджиева*. Отрицательное сопротивление и переключение в тонкопленочных структурах Al-Al₂O₃-металл. Препринт №15, ИФАН Азерб.ССР, Баку, 1977, 17.
- [11] *Ш.М. Алекперова, Г.С. Гаджиева, Р.Г.Ахмед-заде*. Особенности ВАХ тонкопленочных структур Al-Al₂O₃-металл. Материалы научной конференции, посвященной 80-летию юбилею Г.А. Алиева. Баку, 2003, 49.
- [12] *Ш.М. Алекперова, Г.С. Гаджиева, Р.Г. Ахмед-заде, И.А.Ахмедов, Н.Н.Абдул-заде*. Известия НАН Азербайджана, сер. физ. мат. и технических наук. 1999, 6, 162-164.
- [13] *Ш.М. Алекперова, Г.С. Гаджиева, И.А. Ахмедов*. Влияние диэлектрического слоя и верхнего электрода на переключающие свойства МДМ-структур. Международная конференция Физика-5. Баку, 2005, 863-865.
- [14] *R. Hrach, Z. Hubicka*. Czechosl. J.Phys.. 1974, vol. 24, issues 12, 1369-1378.

G.S. Gadjiyeva, N.N. Abdulzade, F.A. Kazimova, N.N. Mursakulov

THIN FILM SWITCH AND VARISTOR SENSITIVE TO AIR PRESSURE

By investigating the influence of degree of air rarefaction and upper electrode material on electrical and physical properties of Al-Al₂O₃-metal (Ag, In, Sn, Cu) thin film MOM structures, it has been established that structures with the upper electrode made of silver and copper can be used as a switch sensitive to air pressure within 760-10⁻⁵ mm Hg, while the structures with electrode of indium and stannum can be used as a low-voltage varistor.

Г.С. Гаджиева, Н.Н. Абдулзаде, Ф.А. Казымова, Н.Н. Мурсакулов

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ К ДАВЛЕНИЮ ВОЗДУХА ТОНКОПЛЕНОЧНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ И ВАРИСТОР

Исследованием влияния степени разрежения воздуха и материала верхнего электрода на электрофизические свойства тонкопленочной МОМ-структуры Al-Al₂O₃-металл (Ag, In, Sn, Cu) установлено, что структуры с верхним электродом из серебра и меди могут быть использованы в качестве переключателя, чувствительного к давлению воздуха в интервале 760-10⁻⁵ мм рт.ст. , а из индия и олова – в качестве низковольтного варистора.

Qəbul olunma tarixi: 01.03.2016