

АНИЗОТРОПИЯ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНКАХ, ОСАЖДЕННЫХ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОДСЛОЙ

В. М. ГЗОГЯН, В. В. МОЛИН, В. С. ЧЕРКАШИН, А. М. ГЗОГЯН

В данной работе исследовано влияние условий напыления диэлектрических пленок (CaF_2), называемых подслоем, на анизотропию электросопротивления осажженных на них металлических пленок. Для характеристики анизотропии электросопротивления исследуемых пленок использовалось выражение

$$\frac{R_{\parallel} - R_{\perp}}{R_{\parallel}} = \frac{\Delta R}{R},$$

где $R_{\parallel}$ — сопротивление в направлении плоскости падения молекулярного пучка на подложку, $R_{\perp}$ — сопротивление в перпендикулярном направлении. Измерение проводилось по методу, описанному в работе [1].

У металлических пленок, как ферромагнитных, так и неферромагнитных, осажженных на подложку при наклонном падении молекулярного пучка, из-за эффекта самозатенения возникают цепочки кристаллитов, вытянутые в направлении перпендикулярном плоскости падения [2], вследствие чего преимущественная ось анизотропии электросопротивления и оптического поглощения совпадает с этим направлением. Проведенные нами электронномикроскопические исследования показали, что аналогичное явление (возникновение цепочек) имеет место и в случае наклонного осаждения молекулярного пучка диэлектрика.

Диэлектрический подслей, осажженный на подложку под углом, создает лишь микрорельеф, т. е. „горбы“ и „впадины“, ориентированные в направлении, перпендикулярном плоскости падения. Металлическая пленка, осажженная по нормали на такой подслей, окажется толще в местах „впадин“. Это и является причиной возникновения одноосной анизотропии физических свойств таких как электросопротивление, поглощение света и магнитная анизотропия. При этом преимущественная ось этой анизотропии совпадает с направлением „горбов“ и „впадин“, что находится в согласии с результатами [3, 4].

Опыты показали, что величина анизотропии этих свойств зависит от толщины и угла напыления диэлектрического подслоя. В качестве примера на рис. 1 показаны кривые анизотропии электросопротивления двух никелевых пленок, толщиной по $600\text{\AA}$, осажженных: 1) на подложку под углом 30° и 2) нормально на диэлектрический подслей толщиной $4000\text{\AA}$, напыленный под углом 26° . Кривые после поворота пленки еще на 180° не изменяются.

При постоянной толщине диэлектрического подслоя увеличение угла его напыления до 60° ведет к увеличению анизотропии электро-

сопротивления вертикально осажженных на них металлических пленок. Подобным образом изменяется анизотропия электросопротивления пленок, непосредственно осажженных на подложки под углом [5].

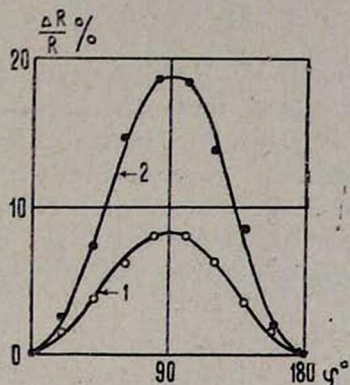


Рис. 1. Кривые анизотропии электросопротивления никелевых пленок, осажженных: 1) на подложку под углом 30° , 2) вертикально на диэлектрический подслей, предварительно напыленный под углом 26° .

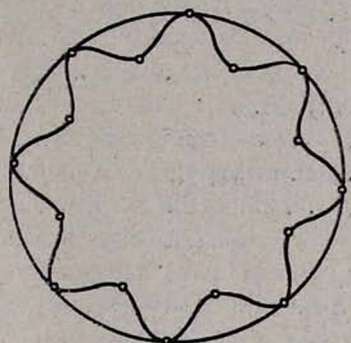


Рис. 2. Полярная диаграмма электросопротивления пермаллоевой ($20\% \text{ Fe } 80\% \text{ Ni}$) пленки, осажженной на подложку по нормали, на которую предварительно были напылены четыре диэлектрические полоски при тех же условиях.

Если металлические и диэлектрические пленки напылены под одним и тем же углом таким образом, чтобы их плоскости падения были параллельными, то анизотропия электросопротивления возрастает в зависимости от толщины диэлектрического подслоя. Это было замечено для углов вплоть до $26\text{--}30^\circ$. Если же направление падения молекулярного пучка при напылении металлической пленки составляет угол 90° с соответствующим направлением диэлектрического подслоя, то величина анизотропии становится наименьшей и по-прежнему зависит от толщины обеих пленок. Оказалось, что в случае, когда толщина диэлектрического подслоя больше толщины исследуемой пленки, направление максимума электросопротивления совпадает с плоскостью падения подслоя. В другом случае, когда толщина пленки значительно больше толщины диэлектрического подслоя, направление максимума электросопротивления определяется направлением плоскости падения металлической пленки.

В случае последовательного вертикального напыления на подложку подслоя и пленки анизотропия электросопротивления отсутствует. Однако, если на подложку предварительно напылены диэлектрические полоски по диаметрам, а сверху металлическая пленка в форме диска, то сопротивление различно по разным диаметрам. Для случая двух перпендикулярных полосок электросопротивление максимально в направлении этих полосок (т. е. имеет две «трудные» оси сопротивления), а для случая четырех полосок пленка имеет четыре «трудные» оси. Это проиллюстрировано с помощью полярной диаграммы изменения

сопротивления этих пленок (рис. 2). По такой же зависимости изменяется их оптическое пропускание.

Большое значение электросопротивления в направлении этих полосок, как показали электронномикроскопические исследования, связано с грубой структурой подслоя.

Особый интерес представляет случай, когда крестообразные полосы подслоя, полученные уже при наклонном напылении, по-разному ориентированы относительно плоскости падения. Вертикально осажденная на такой подслое металлическая пленка (в форме диска) обладает несколькими „трудными“ осями сопротивления, совпадающими с числом полосок. При этом значения сопротивлений в направлениях „трудных“ осей не совпадают, что связано с возникновением цепочек кристаллитов при наклонном напылении.

Вышеописанный метод получения анизотропных сопротивлений позволяет получить пленки с заданным числом „трудных“ осей с фиксированными значениями электросопротивления. Эти пленки могут быть использованы в качестве магазинов сопротивлений малой мощности.

Кемеровский педагогический
институт

Поступила 10.VII.1970

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Ф. Ивлев, В. М. Гзогян, Изв. вузов СССР, Физика, 1, 159 (1970).
2. Р. Суху, Магнитные тонкие пленки, 165, 1967.
3. D. O. Smith, M. S. Cohen, G. P. Weiss, J. Appl. Phys., 31, 1755 (1960).
4. M. Ondris, W. Kambersky, Czechoslov. J. Phys., 11B, 454 (1961).
5. В. М. Гзогян, В. В. Молин, В. С. Прокопенко, В. С. Черкашин, В. Ф. Ивлев, Труды 1 краевой научно-технической конференции, посвященной дню радио, Красноярск, том 2, 60, 1970.

ԴԻԷԼԵԿՏՐԻԿ ԵՆԹԱՇԵՐՏԻ ՎՐԱ ՆՍՏԵՑՎԱՄ ՄԵՏԱԼԱԿԱՆ ԹԱՂԱՆՔՆԵՐԻ
ԷԼԵԿՏՐԱԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ԱՆԻՉՈՏՐՈՊԻԱՆ

Վ. Մ. ԳԶՈՂՅԱՆ, Վ. Վ. ՄՈԼԻՆ, Վ. Ս. ՉԵՐԿԱՇԻՆ, Ա. Մ. ԳԶՈՂՅԱՆ

Հետազոտված է դիէլեկտրիկ ենթաշերտի վրա նստեցված մետաղական թաղանթների էլեկտրադիմադրության անիզոտրոպիան կախված նստեցման պայմաններից:

ELECTRICAL RESISTANCE ANISOTROPY IN METAL FILMS PRECIPITATED ON A DIELECTRICAL SUBSTRATUM

V. M. GZOGYAN, V. V. MOLIN, V. S. CHERCASHIN, A. M. GZOGYAN

The influence of the conditions of dielectrical substratum (GaF_2) deposition on the electrical resistance anisotropy of metal films precipitated on the substrata has been studied.