

К. А. ОСИПОВ, И. И. ОРЛОВ

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОДЛОЖКИ
НА СВОЙСТВА ПЛЕНОК Al_2O_3 , ПОЛУЧЕННЫХ
ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ СПОСОБОМ**

(Представлено академиком Н. В. Агеевым 8 IV 1971)

При электронно-лучевом способе получения диэлектрических пленок на подложку и растущую пленку может попадать большое количество заряженных частиц, влияющих на формирование и свойства пленок. Поэтому представляет интерес изучение свойств таких пленок, осажденных из молекулярных потоков с различной величиной и знаком заряда. Такое изучение было проведено нами применительно к пленкам окиси алюминия, осажденным на ситалловые или кремниевые подложки в вакууме $\sim 3 \cdot 10^{-5}$ тор при испарении кусочков сапфира из медного водоохлаждаемого тигля с применением электронной пушки Пирса.

Изменения, осуществленные нами по определенной схеме, показали, что при нагревании, расплавлении и испарении сапфира под действием электронного пучка через проводящую заземленную подложку (в наших опытах площадь 25 см^2 и расстояние до медного тигля 45 см) из-за попадания на нее заряженных частиц преимущественно электронов, протекал электрический ток, плотность которого при образовании пленки окиси алюминия толщиной $300\text{--}400 \text{ \AA}$ стабилизировалась в пределах $(1,5\text{--}3,0) \cdot 10^{-8} \text{ а/мм}^2$ в зависимости от режима работы пушки (ток эмиссии катода $160\text{--}200 \text{ ма}$, высокое напряжение $14,6\text{--}16,5 \text{ кв}$).

Были также измерены токи, протекавшие через подложку в процессе работы электронной пушки при наличии на подложке приложенного регулируемого отрицательного потенциала U . Из рис. 1 видно, что по мере увеличения приложенного к подложке потенциала протекавший через нее ток сначала убывал до нуля и затем, при значениях отрицательного потенциала $180\text{--}220 \text{ в}$, изменял свою полярность и становился возрастающим. Изменение полярности тока, условно обозначенное на рис. 1 знаком минус, может быть обусловлено положительно заряженными частицами в молекулярном потоке и вторичной эмиссией электронов из подложки.

Было установлено, что электростатическое поле, вызванное приложенным к подложке во время осаждения пленки отрицательным потенциалом, существенно влияло на измеренную затем величину токов утечки через пленку окиси алюминия. Измерения производились с использованием структур металл — окисел — полупроводник (м.о.п.) и металл — окисел — металл (м.о.м.), где в качестве металла применялся алюминий или ниобий, в качестве полупроводника — кремний и в качестве окисла — пленки окиси алюминия толщиной $0,3\text{--}0,5 \text{ м}$, осажденные со скоростями $200\text{--}250 \text{ \AA/мин}$ на подложки при температурах $250\text{--}300^\circ \text{ С}$. Верхние контакты площадью 1 мм^2 всегда были из алюминия и осаждались через маску на пленку окиси алюминия при комнатной температуре. Из рис. 2 видно, что при любом уровне напряженности поля в м.о.м.-структуре ток утечки через пленку окиси алюминия был всегда меньше в том случае, когда приложенный к подложке отрицательный потенциал соответствовал нулевому значению тока, протекавшего через подложку в процессе осаждения пленки окиси алюминия. Аналогичная зависимость была установлена и при измерениях

на м.о.п.-структурах. Только в этом случае соответствующие кривые были сдвинуты вправо вдоль оси напряженности поля, по отношению к показанным на рис. 2 кривым для м.о.м.-структур.

Электрический пробой пленок окиси алюминия, осажденных при нулевом значении тока, протекавшего через подложку, в м.о.м.-структурах происходил при напряженности поля $(3-4) \cdot 10^6$ в/см, а в м.о.п.-структурах — при $(5-6) \cdot 10^6$ в/см. Измерения, проведенные на 100—120 образцах м.о.м.-

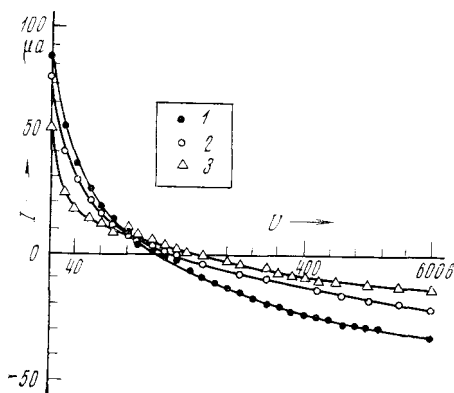


Рис. 1

Рис. 1. Зависимость тока I , протекающего через проводящую подложку, от величины приложенного к ней отрицательного потенциала U при различных значениях тока эмиссии катода и высокого напряжения для электронной пушки: 1—200 ма; 16,5 кв; 2—170 ма, 15,3 кв; 3—160 ма, 14,6 кв

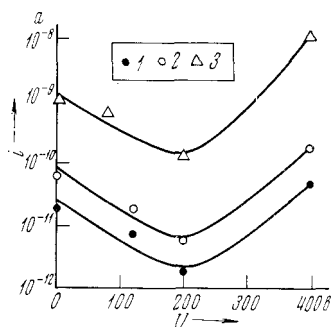


Рис. 2

Рис. 2. Зависимость точки утечки i в м.о.м.-структурах от величины приложенного к подложке в процессе осаждения диэлектрической пленки отрицательного потенциала U при различных значениях напряженности электрического поля в диэлектрических пленках: 1— $5 \cdot 10^4$ в/см; 2— $1 \cdot 10^5$ в/см; 3— $5 \cdot 10^5$ в/см

структур, полученных в одинаковых условиях, показали, что число коротких замыканий было тем больше, чем больший ток протекал через подложку в процессе осаждения пленки окиси алюминия, независимо от полярности этого тока. При токах, близких к нулю, число коротких замыканий не превышало 1—2%, при плотности тока $1,5 \cdot 10^{-8}$ а/мм² оно составляло около 10% и $3 \cdot 10^{-8}$ а/мм² — 15%; при плотности протекавшего тока более 10^{-6} а/мм² число коротких замыканий достигало 100%.

Изложенные данные позволяют заключить, что электрофизические свойства диэлектрических пленок, полученных электронно-лучевым способом, существенно зависят от величины и знака приложенного к подложке в процессе осаждения пленок электростатического потенциала.

Институт металлургии им. А. А. Байкова
Академии наук СССР
Москва

Поступило
6 IV 1971