

04

© 1992

ЕСТЬ ЛИ ТЕПЛОВОЙ ПРОБОЙ
В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АНОДНЫХ ПЛЕНКАХ?
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
АНОДНОГО ОКИСЛА ТАНТАЛА

В.А. Л а л э к о

Одним из ключевых моментов, возникающих при интерпретации экспериментальных результатов по электрическому пробое, является выбор между такими альтернативными моделями тонких пленок, как тепловые или электронные (ионные). При этом сравниваются экспериментальные результаты с какой-либо моделью, дающей наиболее удовлетворительное согласие с экспериментом. Однако „изошренность“ даже альтернативных моделей такова, что они способны объяснить большинство известных литературных данных. Особенно ситуация усложнилась с развитием моделей локализованного теплового пробоя [1]. Эти модели позволили объяснить такие факты, как малые времена запаздывания пробоя, отсутствие заметных температурных эффектов, явление „упрочнения“ в тонких диэлектрических слоях, которые ранее считались свидетельством электронного механизма пробоя. В работах [2, 3] развивается одна из моделей теплового пробоя анодных пленок в электролитах и ее результаты сравниваются с литературными данными по пробое анодных оксидных пленок Ta_2O_5 . Сделан вывод об удовлетворительном согласии эксперимента с моделью.

Цель данной работы – критические эксперименты, позволяющие сделать выбор между альтернативными моделями. При планировании эксперимента исходили из следующего положения. Если процесс пробоя носит „чисто“ тепловой характер, то, варьируя условия эксперимента, можно ослабить или усилить влияние тепловых процессов. Так, если речь идет о пробое в постоянном поле (на прямоугольном импульсе), важно определить, зависит ли время жизни диэлектрика в поле от способа подачи напряжения на образец: один импульс до пробоя или последовательность импульсов. В последнем случае меняется скважность – S .

В тепловых моделях время запаздывания пробоя τ должно быть функцией скважности $\tau = f(S)$. Увеличение скважности импульса означает возрастание времени теплоотвода по сравнению со временем накопления джоулева тепла при прохождении тока и, следовательно, должно приводить к увеличению τ . Этот эксперимент проводился на автоматизированной установке, включающей в себя микроЭВМ „Электроника – 60 М“, крейт КАМАК и логарифмический преобразователь тока. С помощью ЭВМ осуществлялся

непрерывный контроль за током в процессе развития пробоя в исследуемых структурах Pt - Ta₂O₅ - Ta. Сначала были получены кинетические кривые предпробивного тока в постоянном поле. Далее проводился „поэтапный” пробой структур, т.е. процесс развития пробоя прерывался на любом, программно заданном уровне тока. После достаточно длительной паузы ($\geq 10^3$ с) напряжение вновь подавалось на структуру и процесс развития пробоя продолжался именно с того значения тока, на котором был прерван. Такие „прерывания” производились многократно, причем суммарное время развития пробоя от этого заметно не изменялось и равнялось ξ в постоянном поле. Этот эксперимент вряд ли может быть интерпретирован с позиции чисто теплового пробоя.

Таким образом, в анодном окисле тантала в МДМ структурах вероятнее всего реализуется именно электронный механизм пробоя.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] С у х а н о в А.А. // ФТП. 1978. Т. 12. С. 2338-2345.
- [2] К о с т р о в Д.В., М и р з о е в Р.А. // Электрохимия. 1987. Т. 23. С. 595-600.
- [3] М и р з о е в Р.А. // Электрохимия. 1987. Т. 23. С. 676-679.

Петрозаводский
государственный
университет
им. О.В. Куусинена

Поступило в Редакцию
3 февраля 1992 г.