

Даниленко А.В., магистрант

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск*

Кафедра проектирования информационно-компьютерных систем, магистрант

НАДЕЖНОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Общепризнано, что крупные производители (HVM) достигают более высоких показателей производительности, чем производители с низким объемом производства (LVM). Кроме того, существует положительная корреляция между производительностью и надежностью[1]. Ключевые вопросы включают кривую надежности, инженерные стратегии/компромиссы и их влияние на надежность, а также экономические факторы, которые руководят полупроводниковой промышленностью в отношении надежности. Объем производства полупроводников не определяет надежность продукта, а является определяющим фактором на раннем этапе использования полупроводника.

Надежность полупроводников описывается диаграммой, называемой кривой ванны, которая делит срок службы изделия на три области: 1) внешний

или ранний срок службы, 2) внутренний или полезный срок службы и 3) износ, на рис. 1 показаны различные области кривой ванны.



Рис. 1. Кривая срока службы полупроводников

Первая область - это область раннего периода жизни, которая характеризуется высокой начальной интенсивностью отказов, которая экспоненциально падает со временем. Было обнаружено, что эти отказы вызваны производственными дефектами, внесенными в процессе изготовления [2]. В области износа частота отказов увеличивается со временем, пока в конечном итоге не откажутся все устройства. Отказы в области износа вызваны механизмами физического отказа, коренящимися в долговечности материалов. В области полезного срока службы отказы происходят с низкой и почти постоянной частотой, вызванной очень небольшими дефектами в схемах и / или случайными событиями, такими как электрическое перенапряжение [1]. Если в достаточной мере рассматриваются области раннего срока службы и износа, а продукт хорошо спроектирован, срок полезного использования обычно не влияет на надежность продукта .

Неудачи на раннем этапе, и выход полупроводника из строя вызваны дефектами. Дефекты могут появиться на любом этапе производственного процесса. Некоторыми примерами дефектов являются частицы, нити травления, пустоты, электрические ловушки или перекосы. Они могут присутствовать в любом слое продукта, включая критические области, такие как диэлектрик затвора и слои межсоединений [2]. Различные размеры дефектов приводят к различным результатам, от отсутствия негативного воздействия до полного отказа на раннем этапе. Достаточно мелкие дефекты не повлияют на надежность на начальном этапе эксплуатации. Дефекты отказов на раннем этапе эксплуатации позволят детали пройти испытание на работоспособность, но нарушат межсоединение и приведут к отказу вскоре после установки в аппаратуру. Дефекты выхода из строя достаточно велики, чтобы вызвать немедленные отказы.

Отказы из-за износа вызваны не дефектами, а скорее правилами проектирования, условиями использования и соображениями долговечности материала. Проводятся обширные исследования износа, чтобы охарактеризовать долговечность основных полупроводниковых материалов и установить компромисс между характеристиками, окружающей средой и долговечностью. Разработчики процессов и инженеры по продукции должны учитывать эти компромиссы, исходя из предполагаемого рынка и основных экономических факторов. Для продуктов современного коммерческого рынка ожидаемый срок полезного использования может составлять всего несколько лет. Чтобы получить улучшенные характеристики продукта и получить преимущество на потребительском рынке, разработчики продуктов могут намеренно пожертвовать сроком службы ради повышения производительности [1]. И наоборот, многие продукты, предназначенные для небольших рынков, таких как оборонный и авиакосмический, делают противоположный компромисс и используют более консервативные правила проектирования и условия эксплуатации, чтобы добиться более длительного срока службы и/или возможности работать в суровых условиях, характерных для военных, космических и медицинских устройств. Понимание профиля целевой миссии продукта имеет решающее значение при выборе этих компромиссов. HVM и LVM ориентированы на рынки с различными требованиями к производительности и надежности. HVM подчеркивают более высокую производительность, что означает, что они часто разрабатывают менее прочные устройства с более коротким сроком службы. LVM, ориентированные на такие рынки, как медицина, военная промышленность и авиакосмическая промышленность, имеют резко различающиеся допуски к риску отказов в раннем возрасте и раннего износа. Там, где HVM может беспокоиться о расходах по гарантии досрочного возврата, LVM может рассматривать потерю многомиллионного актива или даже человеческую жизнь.

Литература:

1. F. Kuper, J. van der Pol, E. Ooms, T. Johnson, R. Wijburg, W. Koster and D. Johnston, "Relation between yield and reliability of integrated circuits: experimental results and application to continuous early failure rate reduction programs," Reliability Physics Symposium, 1996. 34th Annual Proceedings., IEEE International , pp. 17-21, 1996.
2. N. Wakai, Y. Kobira and H. Egawa, "Consideration of Burn-In Acceleration and Effective Screening Procedure in Latest System LSI," Reliability and Maintainability Symposium, 2008. RAMS 2008. Annual , pp. 261-266, 2008.