

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11344-4:2017

IEC 60749-4:2017

**LINH KIỆN BÁN DẪN - PHƯƠNG PHÁP THỬ NGHIỆM
CƠ KHÍ VÀ KHÍ HẬU - PHẦN 4: THỬ NGHIỆM NÓNG ẨM,
KHÔNG ĐỔI, ỨNG SUẤT TĂNG TỐC CAO**

*Semiconductor devices - Mechanical and climatic test methods -
Part 4: Damp heat, steady state, highly accelerated stress test (HAST)*

HÀ NỘI - 2017

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa	5
4 Khái quát chung về thử nghiệm HAST	5
5 Trang thiết bị thử nghiệm	6
6 Điều kiện thử nghiệm	6
7 Quy trình	8
8 Tiêu chí hỏng	10
9 An toàn	10
10 Tổng kết	10

TCVN 11344-4:2017

Lời nói đầu

TCVN 11344-4:2017 hoàn toàn tương đương với IEC 60479-4:2017;

TCVN 11344-4:2017 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E3 *Thiết bị điện tử dân dụng* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 11344 (IEC 60749), Linh kiện bán dẫn – Phương pháp thử nghiệm cơ khí và khí hậu gồm các phần sau:

- 1) TCVN 11344-1:2016 (IEC 60749-1:2002), Phần 1: Yêu cầu chung
- 2) TCVN 11344-2:2017 (IEC 60749-2:2002), Phần 2: Áp suất không khí thấp
- 3) TCVN 11344-3:2017 (IEC 60749-3:2017), Phần 3: Kiểm tra bên ngoài bằng mắt
- 4) TCVN 11344-4:2017 (IEC 60749-4:2017), Phần 4: Thử nghiệm nóng ẩm, không đổi, ứng suất tăng tốc cao.
- 5) TCVN 11344-6:2016 (IEC 60749-6:2002), Phần 6: Lưu kho ở nhiệt độ cao
- 6) TCVN 11344-7:2016 (IEC 60749-7:2011), Phần 7: Đo lường ẩm bên trong và phân tích các khí còn lại khác
- 7) TCVN 11344-8:2017 (IEC 60749-8:2002), Phần 8: Gắn kín
- 8) TCVN 11344-9:2016 (IEC 60749-9:2002), Phần 9: Độ bền ghi nhãn
- 9) TCVN 11344-10:2017 (IEC 60749-10:2002), Phần 10: Xóc cơ học
- 10) TCVN 11344-14:2017 (IEC 60749-14:2003), Phần 14: Độ bền chắc của chân linh kiện (tính nguyên vẹn của chân)
- 11) TCVN 11344-15:2017 (IEC 60749-15:2010), Phần 15: Khả năng chịu nhiệt độ hàn đối với các linh kiện lắp xuyên qua lỗ
- 12) TCVN 11344-21:2016 (IEC 60749-21:2011), Phần 21: Tính dễ hàn
- 13) TCVN 11344-22:2017 (IEC 60749-22:2002), Phần 22: Độ bền của mối gắn
- 14) TCVN 11344-27:2016 (IEC 60749-27:2012), Phần 27: Thử nghiệm độ nhạy với phóng tĩnh điện (ESD) – Mô hình máy (MN)
- 15) TCVN 11344-30:2016 (IEC 60749-30:2011), Phần 30: Xử lý sơ bộ các linh kiện gắn kết bề mặt không kín khí trước thử nghiệm độ tin cậy
- 16) TCVN 11344-34:2016 (IEC 60749-34:2010), Phần 34: Thay đổi công suất theo chu kỳ
- 17) TCVN 11344-40:2016 (IEC 60749-40:2011), Phần 40: Phương pháp thử nghiệm thả rơi tấm mạch sử dụng băng đo biến dạng
- 18) TCVN 11344-42:2016 (IEC 60749-42:2014), Phần 42: Nhiệt độ và độ ẩm lưu kho

Linh kiện bán dẫn - Phương pháp thử nghiệm cơ khí và khí hậu - Phần 4: Thử nghiệm nóng ẩm, không đổi, ứng suất tăng tốc cao

Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods –

Part 4: Damp heat, steady state, highly accelerated stress test (HAST)

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định thử nghiệm ứng suất về nhiệt độ và độ ẩm tăng tốc cao (HAST) cho mục đích đánh giá độ tin cậy của các linh kiện bán dẫn bao gói không kín khí trong môi trường ẩm ướt.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu sau đây được viện dẫn trong tiêu chuẩn này theo cách một số hoặc toàn bộ nội dung của chúng tạo nên các yêu cầu của tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

IEC 60749-5, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 5: Steadystate temperature humidity bias life test (Linh kiện bán dẫn – Phương pháp thử nghiệm cơ khí và khí hậu – Phần 5: Thử nghiệm vòng đời thiên áp độ ẩm nhiệt độ ổn định)*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này không đưa ra bất kỳ thuật ngữ và định nghĩa nào.

4 Khái quát chung về thử nghiệm HAST

Thử nghiệm HAST sử dụng các điều kiện khắc nghiệt về nhiệt độ, độ ẩm và thiên áp để tăng tốc sự xâm nhập của hơi ẩm thông qua vật liệu bảo vệ bên ngoài (chất bao hoặc chất gắn kín) hoặc dọc theo giao diện giữa vật liệu bảo vệ bên ngoài và các dây dẫn kim loại đi xuyên qua nó. Ứng suất thường kích hoạt các cơ chế hỏng giống như "85/85" thử nghiệm vòng đời thiên áp độ ẩm nhiệt độ ổn định "85/85", xem IEC 60749-5. Như vậy phương pháp thử nghiệm có thể được lựa chọn từ IEC 60749-5 hoặc từ phương pháp thử nghiệm này. Khi thực hiện cả hai phương pháp thử nghiệm này, kết quả thử nghiệm của thử nghiệm vòng đời thiên áp nóng ẩm nhiệt độ không đổi 85 °C/85 % RH, IEC 60749-5 chiếm ưu tiên hơn so với HAST.

Phương pháp thử nghiệm này được xem là thử nghiệm phá hủy.

5 Trang thiết bị thử nghiệm

5.1 Yêu cầu về trang thiết bị thử nghiệm

Thử nghiệm này yêu cầu một buồng áp suất có khả năng duy trì liên tục một nhiệt độ và độ ẩm tương đối quy định, đồng thời cung cấp các kết nối điện tới các linh kiện cần thử nghiệm trong một cấu hình thiên áp quy định.

5.2 Điều kiện khống chế

Buồng thử phải có khả năng cung cấp các điều kiện khống chế về áp suất, nhiệt độ và độ ẩm tương đối trong quá trình tăng lên và giảm xuống từ các điều kiện thử nghiệm quy định.

5.3 Biên dạng nhiệt độ

Khuyến cáo liên tục ghi lại biên dạng nhiệt độ đối với mỗi chu kỳ thử nghiệm để có thể kiểm tra được giá trị của ứng suất.

5.4 Linh kiện chịu ứng suất

Linh kiện chịu ứng suất phải được kết nối sao cho giảm thiểu gradient nhiệt độ. Linh kiện chịu ứng suất không được cách các bề mặt bên trong buồng thử gần hơn 3 cm, và không chịu bức xạ nhiệt trực tiếp từ các bộ gia nhiệt. Bảng mạch trên đó kết nối các linh kiện phải được định hướng sao cho giảm thiểu nhất đối với sự tuần hoàn của hơi nước.

5.5 Giảm thiểu phát thải chất ô nhiễm

Cần lựa chọn cẩn thận vật liệu của bảng mạch và ổ cắm để giảm thiểu phát thải chất ô nhiễm và giảm thiểu sự xuống cấp do ăn mòn và các cơ chế khác.

5.6 Nhiễm bẩn ion

Nhiễm bẩn ion của các trang thiết bị thử nghiệm (buồng thử, bảng mạch thử nghiệm, ổ cắm, hộp đựng dây, v.v.) phải được khống chế để tránh các tạp chất tạo ra trong thử nghiệm.

5.7 Nước đã khử ion

Sử dụng nước đã khử ion của các vớ điện trở suất tối thiểu là $1 \times 10^4 \Omega\text{m}$ ở nhiệt độ phòng.

6 Điều kiện thử nghiệm

6.1 Yêu cầu về các điều kiện thử nghiệm

Điều kiện thử nghiệm bao gồm nhiệt độ, độ ẩm tương đối, và khoảng thời gian kết hợp nối với cấu hình thiên áp quy định với linh kiện. Trừ khi có yêu cầu khác trong quy định kỹ thuật cụ thể, các điều kiện thử nghiệm phải được lựa chọn trong Bảng 1.

Bảng 1 – Các yêu cầu về nhiệt độ, độ ẩm tương đối và khoảng thời gian

Nhiệt độ ^a (bầu khô) °C	Độ ẩm tương đối ^a %	Nhiệt độ ^b (bầu ướt) °C	Áp suất hơi ^b kPa	Khoảng thời gian ^c h
130 ± 2	85 ± 5	124,7	230	96 (⁺² ₀)
110 ± 2	85 ± 5	105,2	122	264 (⁺² ₀)

Đối với các bộ phận đạt trạng thái cân bằng hấp thụ trong 24 h hoặc ngắn hơn, thử nghiệm HAST tương đương với ít nhất 1 000 h ở 85 °C/85% RH. Đối với các bộ phận yêu cầu hơn 24 h để đạt được trạng thái cân bằng ở điều kiện HAST quy định, cần kéo dài thời gian để cho phép các bộ phận đạt tới trạng thái cân bằng.

Cảnh báo: Đối với các vi mạch bọc trong nhựa, được biết rằng độ ẩm làm giảm nhiệt độ chuyển tiếp thủy tinh của hợp chất đúc. Nhiệt độ ứng suất cao hơn nhiệt độ chuyển tiếp hiệu quả sang thủy tinh có thể dẫn đến các cơ chế hỏng không liên quan đến ứng suất 85 °C/85% RH tiêu chuẩn.

^a Dung sai áp dụng cho toàn bộ khu vực thử nghiệm sử dụng được.

^b Thông tin chỉ để tham khảo.

^c Điều kiện thử nghiệm phải được áp dụng liên tục ngoại trừ trong thời gian đọc giá trị trung gian bất kỳ khi các linh kiện được đặt trở lại trạng thái ứng suất trong thời gian quy định ở 7.6. Khoảng thời gian thử nghiệm 96 h và 264 h được lựa chọn để ít nhất tương đương với 1 000 h ở ứng suất 85 °C/85 % RH bằng cách sử dụng một năng lượng kích hoạt xấp xỉ nhất $E_a = 0,65$ eV.

6.2 Hướng dẫn về đặt thiên áp

Áp dụng thiên áp theo hướng dẫn sau đây:

- Giảm thiểu công suất tiêu tán.
- Thay đổi chặn thiên áp càng nhiều càng tốt.
- Phân phối chênh lệch điện thế trên lớp phủ kim loại chân chip càng nhiều càng tốt.
- Điện áp lớn nhất trong phạm vi dải làm việc.

CHÚ THÍCH: Ưu tiên chọn các hướng dẫn trên phụ thuộc vào cơ cấu và các đặc tính cụ thể của linh kiện.

e) Một trong hai dạng thiên áp có thể được sử dụng để thỏa mãn các hướng dẫn này, chọn cách đặt thiên áp khắc nghiệt hơn:

1) Thiên áp liên tục

Thiên áp một chiều phải được đặt vào liên tục. Thiên áp liên tục khắc nghiệt hơn so với thiên áp theo chu kỳ khi nhiệt độ của lớp bán dẫn cao hơn không vượt quá 10 °C so với nhiệt độ môi trường xung quanh buồng thử hoặc nếu không biết nhiệt độ của lớp bán dẫn khi tỏa ra nhiệt của DUT nhỏ hơn 200 mW. Nếu nhiệt tỏa ra của DUT lớn hơn 200 mW, khi đó cần phải tính toán nhiệt độ của lớp bán dẫn. Nếu nhiệt độ của lớp bán dẫn cao hơn nhiệt độ môi trường xung quanh buồng thử hơn 5 °C, khi đó độ

lãng nhiệt của lớp bán dẫn so với môi trường xung quanh buồng thử cần phải được ghi trong báo cáo thử nghiệm bởi vì sự tăng tốc của các cơ chế hỏng sẽ bị ảnh hưởng.

2) Thiên áp theo chu kỳ

Điện áp một chiều đặt vào các linh kiện cần thử nghiệm phải được ngắt theo chu kỳ với một tần số và chu kỳ làm việc thích hợp. Nếu cấu hình thiên áp dẫn đến độ tăng nhiệt so với môi trường xung quanh buồng thử, ΔT_{ja} , nhiều hơn 10 °C, khi đó thiên áp theo chu kỳ, khi được tối ưu hóa đối với kiểu linh kiện cụ thể, sẽ khác nghiệt hơn so với thiên áp liên tục. Gia nhiệt do công suất tỏa ra có xu hướng đẩy hơi ẩm ra khỏi lớp bán dẫn và do đó cản trở các cơ chế hỏng liên quan đến độ ẩm. Thiên áp theo chu kỳ cho phép hơi ẩm tích tụ lại trên lớp bán dẫn trong các khoảng thời gian ngắt mạch khi mà tiêu tán công suất nhiệt trên linh kiện không xảy ra. Đóng cắt thiên áp của DUT với một chu kỳ làm việc 50 % là tối ưu đối với hầu hết các vi mạch bao bọc nhựa. Khoảng thời gian ứng suất theo chu kỳ phải ≤ 2 h đối với các gói có chiều dày ≥ 2 mm và ≤ 3 0 min đối với các gói có chiều dày ≤ 2 mm. Nhiệt độ lớp bán dẫn, như tính toán trên cơ sở nhiệt trở đã biết và nhiệt tỏa ra cần được nêu ra cùng với các kết quả bất cứ khi nào nhiệt độ của nó cao hơn môi trường xung quanh buồng thử 5 °C hoặc lớn hơn.

6.3 Lựa chọn và báo cáo

Tiêu chí lựa chọn thiên áp liên tục hoặc thiên áp theo chu kỳ và có hoặc không đưa vào báo cáo nhiệt độ của lớp bán dẫn cao hơn nhiệt độ môi trường xung quanh buồng thử, được tóm tắt trong Bảng 2.

Bảng 2 – Thiên áp và yêu cầu báo cáo

ΔT_{ja}	Thiên áp theo chu kỳ	Báo cáo ΔT_{ja}
$\Delta T_{ja} < 5$ °C, hoặc công suất trên một DUT < 200 m W	Không	Không
$(\Delta T_{ja} \geq 5$ °C, hoặc công suất trên một DUT ≥ 200 m W), và $\Delta T_{ja} < 10$ °C	Không	Có
$\Delta T_{ja} \geq 10$ °C	Có	Có

7 Quy trình

7.1 Lắp linh kiện thử nghiệm

Các linh kiện thử nghiệm phải được lắp theo cách phơi nhiễm chúng theo một điều kiện quy định của nhiệt độ và độ ẩm với một điều kiện quy định về thiên áp điện. Tránh phơi nhiễm các linh kiện với môi trường xung quanh quá nóng, khô hoặc các điều kiện dẫn đến ngưng tụ trên các linh kiện và các đồ gá điện, đặc biệt là trong giai đoạn tăng lên hoặc giảm xuống.

7.2 Giai đoạn tăng lên

Thời gian để đạt tới các điều kiện nhiệt độ và độ ẩm tương đối ổn định phải nhỏ hơn 3 h. Tránh tạo thành ngưng tụ bằng cách đảm bảo nhiệt độ buồng thử nghiệm (bầu khô) luôn cao hơn nhiệt độ bầu ướt và tốc độ tăng không được nhanh hơn tốc độ đảm bảo nhiệt độ của bất kỳ DUT nào không bị chậm sau nhiệt độ của bầu ướt. Các điểm đặt nhiệt độ bầu khô và nhiệt độ bầu ướt phải được duy trì sao cho độ ẩm tương đối không thấp hơn 50 % sau khi gia nhiệt đáng kể bắt đầu. Trong một phòng thí nghiệm khô, môi trường xung quanh buồng thử ban đầu được phép khô hơn giá trị này.

7.3 Giai đoạn giảm xuống

Phần đầu tiên của giai đoạn giảm xuống tới mức áp suất tương đối dương một chút (nhiệt độ bầu ướt khoảng 104 °C) phải đủ dài để tránh các tạp chất tạo ra trong thử nghiệm do giảm áp suất nhanh nhưng không được quá 3 h. Phần thứ hai của giai đoạn giảm xuống từ nhiệt độ bầu ướt 104 °C về nhiệt độ phòng phải xảy ra với buồng thử được thông hơi. Không hạn chế về thời gian và cho phép làm mát cưỡng bức bình chứa. Tránh để xảy ra ngưng tụ trên các linh kiện ở cả hai đầu của giai đoạn giảm xuống bằng cách đảm bảo nhiệt độ buồng thử (bầu khô) luôn cao hơn nhiệt độ bầu ướt. Giai đoạn giảm xuống cần duy trì hàm lượng ẩm của hợp chất đúc bọc vật liệu bán dẫn. Do đó, độ ẩm tương đối không được thấp hơn 50 % trong phần đầu tiên của giai đoạn giảm xuống (xem 7.2)

7.4 Đồng hồ thử nghiệm

Đồng hồ thử nghiệm bắt đầu khi nhiệt độ và độ ẩm tương đối đạt đến các điểm đặt và dừng lại vào lúc bắt đầu giai đoạn giảm xuống.

7.5 Thiên áp

Đặt thiên áp trong giai đoạn tăng lên hoặc giảm xuống là tùy chọn. Cần kiểm tra thiên áp sau khi các linh kiện được mang tải, trước khi khởi động đồng hồ thử nghiệm. Cũng cần kiểm tra thiên áp sau khi đồng hồ thử nghiệm dừng lại, nhưng trước khi các linh kiện được lấy ra khỏi buồng thử.

Khuyến cáo đặt (các) điện trở hạn chế dòng trong bố trí thử nghiệm nhằm ngăn ngừa hư hại tấm mạch thử nghiệm hoặc các DUT trong trường hợp xảy ra ngắn mạch trong quá trình thử nghiệm.

7.6 Thời gian thử nghiệm

Thử nghiệm điện phải được thực hiện không chậm hơn 48 h sau khi kết thúc giai đoạn giảm xuống.

Đối với các giá trị đo trung gian, các linh kiện cần được đưa trở về dưới ứng suất trong vòng 96 h sau khi kết thúc giai đoạn giảm xuống. Tốc độ mất độ ẩm từ linh kiện sau khi lấy ra khỏi buồng thử có thể được giảm bằng cách đặt các thiết bị trong túi chống ẩm gắn kín (không có chất hút ẩm). Khi các linh kiện được đặt trong túi gắn kín, "đồng hồ cửa sổ thử nghiệm" chạy ở một phần ba tốc độ các linh kiện phơi nhiễm môi trường xung quanh trong phòng thí nghiệm. Do đó, cửa sổ thử nghiệm có thể được kéo dài tới 144 h và thời gian để trở về chịu ứng suất có thể được kéo dài tới 288 h bằng cách bao các

TCVN 11344-4:2017

linh kiện trong túi chống ẩm.

Cần chọn các tham số thử nghiệm điện để bảo quản bất cứ hư hại nào (tức là bằng cách hạn chế dòng điện thử nghiệm đặt vào).

Có thể được phép kéo dài thêm thời gian tới khi thử nghiệm hoặc kéo dài thêm thời gian trở về dưới ứng suất nếu các dữ liệu kỹ thuật cho thấy là hợp lý.

7.7 Thao tác

Phải sử dụng bao tay thích hợp để thao tác các linh kiện, bảng mạch và đồ gá. Kiểm soát ô nhiễm là quan trọng trong bất kỳ thử nghiệm ứng suất tăng tốc cao về độ ẩm.

7.8 Ghi chép về hiệu chuẩn

Ghi chép về hiệu chuẩn phải xác nhận rằng, đối với các điều kiện ổn định và mức tải nhiệt tối đa, các điều kiện thử nghiệm được duy trì trong phạm vi dung sai quy định.

8 Tiêu chí hỏng

Một linh kiện được coi là hỏng nếu việc thử nghiệm ứng suất nhiệt độ và độ ẩm gia tốc nhanh khi vượt quá giới hạn tham số hoặc nếu không thể chứng minh chức năng dưới các điều kiện danh nghĩa và trường hợp xấu nhất như được quy định trong tài liệu đính kèm hoặc tờ dữ liệu áp dụng.

9 An toàn

Các khuyến cáo của nhà chế tạo thiết bị và các quy định về an toàn địa phương phải được tuân thủ.

10 Tổng kết

Các chi tiết sau đây phải được quy định trong tài liệu đính kèm áp dụng:

- a) Khoảng thời gian thử nghiệm (xem 6.1).
- b) Nhiệt độ (xem 6.1).
- c) Phép đo sau thử nghiệm (xem 7.6).
- d) Cấu hình thiên áp (xem 6.2).
- e) Nhiệt độ lớp bán dẫn trong thử nghiệm nếu cao hơn quá 5 °C so với nhiệt độ môi trường xung quanh của buồng thử (xem 6.2).
- f) Tần số và chu kỳ làm việc của thiên áp nếu thiên áp theo chu kỳ được sử dụng (xem 6.2).