

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 6611-3 : 2001**

**IEC 326-3 : 1991**

**TẤM MẠCH IN**

**Phần 3: THIẾT KẾ VÀ SỬ DỤNG TẤM MẠCH IN**

*Printed boards*

*Part 3: Design and use of printed boards*

**HÀ NỘI - 2008**

**Mục lục**

Trang

1 Phạm vi áp dụng .....	5
2 Tiêu chuẩn trích dẫn .....	5
3 Vật liệu và chất lượng bề mặt .....	6
3.1 Vật liệu .....	6
3.2 Chất lượng bề mặt kim loại .....	11
3.3 Bề mặt ngoài cùng phi kim loại .....	12
4 Lắp ráp .....	19
5 Kích thước .....	19
5.1 Chuẩn gốc .....	19
5.2 Kích thước đường bao ngoài của tấm mạch in .....	19
5.3 Chiều dày tấm .....	20
5.4 Kích thước của lỗ .....	21
5.5 Kích thước khe và rãnh hình chữ V .....	23
5.6 Kích thước đường dẫn .....	23
5.7 Độ ổn định kích thước .....	28
6 Đặc tính điện .....	28
6.1 Điện trở .....	28
6.2 Khả năng mang dòng .....	31
6.3 Điện trở cách điện .....	35
6.4 Chịu điện áp .....	36
6.5 Các đặc tính điện khác .....	38
7 Đặc tính cơ .....	38
7.1 Độ kết dính của dạng dẫn .....	38
7.2 Độ phẳng .....	41
8 Các đặc tính khác .....	41
8.1 Hàn .....	41
8.2 Tách lớp .....	43
8.3 Khả năng bắt cháy .....	43
9 Bao gói tấm mạch in .....	47
9.1 Qui định chung .....	47
9.2 Vật liệu bao gói .....	48
9.3 Qui trình .....	49
Các hình vẽ .....	50
Phụ lục A – Cách xác định cỡ cửa sổ tiếp cận trong lớp phủ bảo vệ lâu dài .....	54

## **Lời nói đầu**

TCVN 6611-3 : 2001 hoàn toàn tương đương với tiêu chuẩn IEC 326-3 : 1991;

TCVN 6611-3 : 2001 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn TCVN/TC/E3 Thiết bị điện tử dân dụng biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học Công nghệ và Môi trường (nay là Bộ khoa học và Công nghệ) ban hành.

Tiêu chuẩn này được chuyển đổi năm 2008 từ Tiêu chuẩn Việt Nam cùng số hiệu thành Tiêu chuẩn Quốc gia theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 6 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

## **Tấm mạch in**

### **Phần 3: Thiết kế và sử dụng tấm mạch in**

*Printed boards*

*Part 3: Design and use of printed boards*

#### **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này đề cập đến thiết kế và ứng dụng của tấm mạch in được chế tạo bằng bất cứ công nghệ nào.

Tiêu chuẩn này cung cấp cho người thiết kế, người sử dụng tấm mạch in các khuyến cáo theo các nội dung liên quan đến qui định kỹ thuật, thiết kế và ứng dụng tấm mạch in.

#### **2 Tiêu chuẩn trích dẫn**

TCVN 6385 : 1998 (IEC 65 : 1985) Yêu cầu an toàn đối với các thiết bị điện tử và các thiết bị có liên quan sử dụng điện mạng dùng trong gia đình và các nơi tương tự

IEC 97 : 1970 Hệ thống lưới đối với mạch in

IEC 171 : 1964 Thông số cơ bản của bộ nối đối với tấm mạch in

IEC 194 : 1988 Thuật ngữ và định nghĩa đối với mạch in

IEC 216 Hướng dẫn xác định độ bền nhiệt của vật liệu cách điện

IEC 249-1 : 1982 Vật liệu cơ bản dùng cho mạch in – Phần 1: Phương pháp thử nghiệm

IEC 249-2 Vật liệu cơ bản dùng cho mạch in – Phần 2: Qui định kỹ thuật

IEC 249-2-1 : 1985 Vật liệu cơ bản dùng cho mạch in – Phần 2: Qui định kỹ thuật. Qui định kỹ thuật số 1: Tấm giấy xenlulo fenon phủ đồng, chất lượng điện cao

IEC 321 : 1970 Hướng dẫn thiết kế và sử dụng linh kiện để lắp trên tấm có mạch in và dây in

TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2 : 1990) Tấm mạch in. Phần 2: Phương pháp thử

## **TCVN 6611-3 : 2001**

IEC 512-2 : 1985 Linh kiện điện cơ dùng cho thiết bị điện tử; qui trình thử nghiệm cơ bản và phương pháp đo. Phần 2: Kiểm tra chung, thử nghiệm tính liên tục về điện và thử nghiệm điện trở tiếp xúc, thử nghiệm cách điện và thử nghiệm quá điện áp

IEC 695-1-1 : 1982 Thử nghiệm nguy hiểm cháy. Phần 1: Hướng dẫn soạn thảo các yêu cầu và qui định kỹ thuật về thử nghiệm đối với việc đánh giá các sản phẩm cơ điện có nguy hiểm cháy – Hướng dẫn chung.

### **3 Vật liệu và chất lượng bề mặt**

#### **3.1 Vật liệu**

##### **3.1.1 Qui định chung**

Người kỹ sư thiết kế tấm mạch in cần chọn vật liệu thích hợp dựa trên việc xem xét:

- a) qui trình sử dụng (qui trình khoét bỏ, đắp vào, kết hợp cả hai);
- b) loại tấm mạch in (một mặt, hai mặt, nhiều lớp, cứng, uốn được hoặc có phần cứng và phần uốn được);
- c) đặc tính điện;
- d) đặc tính cơ;
- e) các đặc tính đặc biệt, ví dụ như khả năng bắt lửa và bốc cháy, khả năng gia công được trên máy, khả năng uốn được, v.v...

Qui trình được sử dụng quyết định nên sử dụng vật liệu nền phủ kim loại (qui trình khoét bỏ) hoặc vật liệu nền không phủ (qui trình đắp vào hoặc phối hợp).

Do đó, vật liệu sử dụng cho tấm mạch in là:

- a) tấm liên kết nhựa tổng hợp phủ đồng hoặc màng polyme phủ đồng, nếu các phần dẫn đạt được bằng việc loại bỏ có chọn lọc phần không mong muốn khỏi lớp dẫn, hoặc
- b) tấm liên kết nhựa tổng hợp không phủ hoặc màng polyme không phủ, nếu phần dẫn đạt được bằng sự lắng đọng có chọn lọc vật liệu dẫn trên vật liệu nền không phủ.

Chỉ tiêu chất lượng để chọn vật liệu cho tấm mạch in được cho trong bảng 1. Bảng 1 không đề cập hết các vật liệu mà chỉ có những vật liệu thông dụng.

Bảng 1 – Hướng dẫn chọn vật liệu làm tấm mạch in

	Tấm mạch in cứng				Tấm mạch in uốn được		
	Giấy liên kết nhựa phenon	Giấy liên kết nhựa epoxit	Đệm thủy tinh liên kết nhựa polyeste	Sợi thủy tinh liên kết nhựa epoxit	Màng polyeste	Màng polyimit	Màng etylen propylen florua (FEP)
Đặc tính cơ	0	0/+	+	++	NA	NA	NA
Đặc tính điện	0/+	+	+++	++	+++	++	?
Khả năng chịu nhiệt độ cao trong quá trình sử dụng	+	0/+	+	++	0/++	+++	?
Khả năng chịu độ ẩm cao trong quá trình sử dụng	0	0	+	+	+	+	++
Khả năng chịu được hàn + chịu nhiệt độ	+	+	+	++	-	0/+	0

Trong đó:

? có nghĩa là tại thời điểm hiện tại chưa có mốc để điền vào bảng này;

- ở các điều kiện nhất định có thể không phù hợp;

0 = thích hợp, thường không xảy ra vấn đề gì với hầu hết các ứng dụng;

+, ++, +++ = tốt, rất tốt, cực tốt;

NA = không có khả năng áp dụng.

Tốt nhất là nên sử dụng vật liệu được tiêu chuẩn hóa trong tiêu chuẩn IEC. IEC 249-2 nêu các qui định kỹ thuật đối với vật liệu nền cứng và uốn được có phủ đồng, và đối với vật liệu tấm liên kết sử dụng trong chế tạo tấm mạch in nhiều lớp.

Nếu không có sẵn qui định kỹ thuật cho vật liệu yêu cầu thì cần soạn thảo qui định kỹ thuật thích hợp nêu cụ thể đặc tính của vật liệu.

Tốt nhất nên

- sử dụng phương pháp thử nghiệm nêu trong IEC 249-1;
- theo dàn ý và trình bày của IEC 249-2;
- kết hợp với nhà cung ứng vật liệu.

Khi cần các đặc tính đặc biệt thì phải xác định và qui định cùng với nhà cung ứng vật liệu.

### 3.1.2 Mô tả chung vật liệu dùng cho tấm mạch in

Trong trường hợp nhiệt độ làm việc lớn nhất được chọn nằm trong mô tả dưới đây, nhiệt độ này chỉ để hướng dẫn, và không hàm ý rằng sự thay đổi đột ngột về tính năng hoặc về tốc độ lão hóa sẽ xuất hiện nếu vượt quá nhiệt độ này.

Hơn nữa, cần chú ý rằng các đặc tính của vật liệu nhất định có thể bị ảnh hưởng bởi các yếu tố như thiết kế tấm mạch in (ví dụ chiều dày tấm, lượng và phân bố kim loại, số lớp, chịu hàn, v.v...) và quá trình chế tạo (ví dụ quá trình ép tấm mạch in nhiều lớp) tới mức các đặc tính hiện có của tấm mạch in sai khác đáng kể so với đặc tính vật liệu gốc.

Để định nghĩa chính xác về đặc tính nhiệt của vật liệu, tham khảo IEC 216.

### 3.1.2.1 Vật liệu nền phủ đồng dùng cho tấm mạch in cứng

#### *Giấy liên kết nhựa phenon*

Vật liệu này được chế tạo ở nhiều dạng. Hầu hết các dạng thích hợp để sử dụng ở nhiệt độ từ xấp xỉ 70°C đến 105°C, tùy thuộc vào dạng và chiều dày, mặc dù làm việc dài hạn ở nhiệt độ phía cao hơn của dải này có thể làm suy giảm một vài đặc tính. Tuy nhiên, đốt nóng quá mức có thể dẫn đến cacbon hóa và, ở vùng bị ảnh hưởng, điện trở cách điện có thể giảm xuống mức rất thấp; ví dụ nguồn nhiệt như vậy là điện trở bị nóng lên.

Trong dải nhiệt độ bình thường, vật liệu này có thể có màu thẫm và điều này có thể không phải do cacbon hóa. Ánh nắng mặt trời cũng có thể làm thẫm vật liệu, trong trường hợp này không xảy ra tổn hao đặc tính.

Điện trở cách điện của vật liệu này giảm đáng kể khi đặt ở độ ẩm cao, ngược lại khi độ ẩm giảm xuống thì điện trở cách điện lại tăng đáng kể.

#### *Giấy liên kết nhựa epoxit*

Vật liệu này có đặc tính tốt hơn, cả về điện và không điện, so với giấy liên kết nhựa phenon, bao gồm cả đặc tính về cơ và khả năng gia công trên máy tốt hơn. Vật liệu này thích hợp để sử dụng ở nhiệt độ từ xấp xỉ 90°C đến 110°C, tùy thuộc vào chiều dày.

#### *Màng thủy tinh liên kết nhựa polyeste*

Hầu hết các đặc tính cơ của vật liệu này thấp hơn so với vật liệu làm từ sợi thủy tinh nhưng, nhìn chung là cao hơn vật liệu làm từ giấy.

Tuy nhiên, vật liệu này có khả năng chịu va đập cao. Đặc tính điện của vật liệu tốt trên một dải tần số rộng và vẫn duy trì khi đặt ở độ ẩm cao. Khả năng chịu phóng điện bề mặt và hồ quang của vật liệu phụ thuộc vào cấp được chọn. Hầu hết các cấp thích hợp để sử dụng ở nhiệt độ từ xấp xỉ 100°C đến 105°C.

#### *Sợi thủy tinh liên kết nhựa epoxit*

Đặc tính cơ của vật liệu này tốt hơn vật liệu làm từ giấy, đặc biệt là độ bền uốn, khả năng chịu va đập, độ ổn định kích thước ở ba trục chính, độ phẳng và độ chịu sốc nhiệt do hàn cao hơn. Đặc tính điện của vật liệu này cũng tốt. Hầu hết các cấp có thể sử dụng ở nhiệt độ đến xấp xỉ 130°C và ít bị ảnh hưởng do điều kiện môi trường bất lợi (độ ẩm).

### 3.1.2.2 Vật liệu nền phủ đồng dùng cho tấm mạch in uốn được

Một số đặc tính của vật liệu này có thể thay đổi đáng kể do việc sử dụng chất kết dính.

Nếu có cả các phần uốn được và phần cứng trên cùng một tấm mạch in, vật liệu sử dụng cho tấm mạch in cứng (3.1.2.1), tấm mạch in uốn được (3.1.2.2) và tấm mạch in nhiều lớp (3.1.2.3) có thể kết hợp trong một cấu trúc.

#### *Màng polyeste*

Đặc tính thường được sử dụng của vật liệu này là khả năng uốn. Đặc trưng này hữu ích ở chỗ có thể gia nhiệt để co lại được. Với điều kiện sử dụng chất kết dính thích hợp, vật liệu này có thể sử dụng ở nhiệt độ từ xấp xỉ 80°C đến 130°C, tùy theo cấp. Khi hàn, cần chú ý vì màng có xu hướng mềm và biến dạng ở nhiệt độ hàn.

Vật liệu này có đặc tính điện cực tốt và các đặc tính này vẫn duy trì khi được đặt ở độ ẩm cao.

#### *Màng polyimit*

Vật liệu này có khả năng uốn tốt và có thể hàn an toàn với điều kiện loại bỏ hơi ẩm bằng việc sấy trước. Có thể sử dụng các loại liên kết có chất kết dính thông thường ở nhiệt độ làm việc liên tục đến xấp xỉ 150°C, nhưng với loại liên kết nóng chảy đặc biệt, sử dụng màng etylen propylen florua (FEP) trung gian, có thể sử dụng ở nhiệt độ đến xấp xỉ 250°C.

Loại đặc biệt không dùng chất kết dính có ưu việt là sẵn sàng với nhiệt độ cao hơn. Đặc tính điện của polyimit rất tốt nhưng có thể bị ảnh hưởng do hút ẩm.

#### *Màng propylen etylen florua (FEP)*

Loại màng này thường kết hợp với polyimit hoặc sợi thủy tinh thành dạng ép mỏng có khả năng uốn tốt và ổn định ở nhiệt độ hàn không quá 250°C, nhưng nó cũng có thể được sử dụng độc lập. Vật liệu này là loại nhựa dẻo nóng chảy ở khoảng 290°C. Vật liệu chịu hơi ẩm, axit, kiềm và dung môi hữu cơ rất tốt. Nhược điểm chính của vật liệu là ở nhiệt độ ép, trong quá trình gia công, phần dẫn có thể bị xê dịch.

#### 3.1.2.3 Chất kết dính dùng cho tấm mạch in uốn được

Chất kết dính qui định để liên kết các lớp vỏ và các lớp của tấm mạch in nhiều lớp uốn được có thể là loại nhựa nhiệt cứng hoặc nhựa dẻo. Chất kết dính được chọn cần phù hợp với vật liệu liên kết và phù hợp với các yêu cầu tính năng của tấm mạch in uốn được.

Việc chọn chất kết dính thích hợp phụ thuộc vào các yếu tố như loại tấm mạch in uốn được, yêu cầu nối xuyên, yêu cầu uốn (tính/động), nhiệt độ làm việc, độ ẩm, giá cả, v.v...

#### 3.1.2.4 Vật liệu bọc ngoài dùng cho tấm mạch in uốn được

Lớp bọc ngoài dùng cho tấm mạch in uốn được để giữ các đường dẫn bề mặt và để nâng cao và/hoặc duy trì đặc tính điện của tấm mạch in uốn được.

Lớp bọc ngoài và chất kết dính thường được sử dụng giống như ở vật liệu nền. Lớp bọc ngoài được chọn cần phù hợp với vật liệu sử dụng và với các yêu cầu tính năng của tấm mạch in uốn được.

Chọn vật liệu lớp bọc ngoài, xem 3.3.3.



**3.1.2.5 Vật liệu dùng cho tấm mạch in nhiều lớp**

Tấm mạch in nhiều lớp gồm các lớp dạng dẫn xen kẽ với lớp vật liệu cách điện và có các dạng dẫn nằm trên nhiều hơn hai lớp. Tấm mạch in nhiều lớp được tạo thành từ các tấm mạch in mỏng riêng biệt (một mặt hoặc hai mặt) liên kết với nhau bằng các tấm liên kết cách điện. Các tấm liên kết này gồm vật liệu tấm, ví dụ như sợi thủy tinh, tấm nhựa bán “lưu hóa” mà sẽ được “lưu hóa” ở bước cuối khi ép thành tấm mạch in nhiều lớp.

*Sợi thủy tinh liên kết nhựa epoxit phủ đồng*

Vật liệu nền phủ đồng dùng cho tấm mạch in mỏng riêng biệt về cơ bản là giống với vật liệu sử dụng cho tấm mạch in một mặt và hai mặt. Thông thường, vật liệu này mỏng hơn vật liệu dùng cho tấm mạch in một mặt và hai mặt, và chiều dày được tiêu chuẩn hóa thành các dãy thay cho một vài giá trị cố định. Vật liệu này có các đặc tính cơ bản tương tự như các vật liệu liên quan mô tả ở trên.

*Tấm liên kết sợi thủy tinh tấm nhựa epoxit*

Tấm liên kết gồm vật liệu tấm (ví dụ như sợi thủy tinh tấm nhựa bán “lưu hóa”) mà sẽ được “lưu hóa” ở bước cuối khi ép thành tấm mạch in nhiều lớp. Do đó, chúng chỉ thể hiện các đặc tính cuối cùng sau khi ép. Tuy nhiên, phải chú ý rằng quá trình thiết kế và chế tạo tấm mạch in nhiều lớp có thể ảnh hưởng đáng kể đến đặc tính vật liệu.

**3.1.2.6 Vật liệu đặc biệt và vật liệu mới**

Ngoài các vật liệu được mô tả ở đây còn có vật liệu đặc biệt và vật liệu mới trên thị trường không hoặc chưa được tiêu chuẩn hóa.

Chú thích – Ví dụ về vật liệu đặc biệt là sợi thủy tinh liên kết nhựa silicon thích hợp ở nhiệt độ đến xấp xỉ 180°C.

Vì đang trong quá trình soạn thảo, nên không thể đưa ra ở đây mô tả chung cho vật liệu đặc biệt và vật liệu mới. Để sử dụng vật liệu này, cần hỏi ý kiến nhà cung ứng vật liệu.

**3.1.3 Một số đặc tính cụ thể**

**3.1.3.1 Khả năng gia công trên máy**

Tiêu chuẩn vật liệu không đề cập chi tiết về khả năng gia công trên máy. Tiêu chuẩn chỉ nêu các tấm ép mỏng phải có khả năng để đột lỗ, cắt hoặc khoan mà không bị tách lớp, theo khuyến cáo của nhà chế tạo. Tuy nhiên, khả năng gia công trên máy của các loại vật liệu khác nhau có thể khác nhau. Thậm chí một số vật liệu có nhiều phương pháp gia công trên máy khác nhau. Ví dụ, vật liệu này có thể đột lỗ ở nhiệt độ phòng trong khi vật liệu khác chỉ có thể đột lỗ ở nhiệt độ nâng cao. Vì vậy, cần phải tuân theo khuyến cáo của nhà cung ứng.

**3.1.3.2 Khả năng bắt lửa**

Một số vật liệu mà khả năng bắt lửa đã được xác định sẵn. Có nhiều mức bắt lửa khác nhau. Chi tiết được nêu trong qui định kỹ thuật liên quan, ví dụ trong IEC 249-2.

Tuy nhiên, cần chú ý rằng đặc tính bắt lửa của vật liệu nền được nêu chỉ để hướng dẫn và có thể khác biệt đáng kể so với đặc tính của tấm mạch in gia công hoàn chỉnh. Thiết kế tấm mạch in (ví dụ, kích thước tấm, lượng và phân bố kim loại, số lớp, v.v...) có ảnh hưởng lớn đến đặc tính bắt lửa. Thông thường, tốt nhất là tấm mạch in có vật liệu nền riêng, nghĩa là rủi ro cháy thấp hơn. Thông tin chi tiết, xem 8.3.

### 3.2 Chất lượng bề mặt kim loại

Lớp kim loại ngoài cùng để bảo vệ bề mặt kim loại (đồng), tạo khả năng hàn và làm chất chống ăn mòn trong một số quá trình (như trong chế tạo lỗ xuyên phủ kim loại).

Chúng cũng có thể sử dụng làm bề mặt tiếp xúc của bộ nối hoặc làm lớp liên kết cho thiết bị lắp đặt bề mặt.

#### 3.2.1 Vật liệu

Lớp ngoài cùng thích hợp cho dạng dẫn phải được chọn tùy thuộc vào ứng dụng của tấm mạch in. Loại bề mặt ngoài cùng có thể ảnh hưởng đến quá trình chế tạo, chi phí chế tạo và đặc tính của tấm mạch in, ví dụ thời hạn sử dụng, khả năng hàn, đặc tính tiếp xúc.

Ví dụ về lớp bề mặt ngoài cùng được sử dụng rộng rãi là:

##### a) Đồng (không phủ bổ sung)

Dùng cho tất cả các loại tấm mạch in không yêu cầu có lớp ngoài cùng. Thông thường sử dụng lớp phủ bảo vệ tạm thời. Chiều dày lớp phủ đồng trong lỗ xuyên phủ kim loại được cho trong 5.4.2 là chiều dày khuyến cáo.

##### b) Thiếc

Dùng để duy trì khả năng hàn. Thông thường áp dụng chiều dày từ 5  $\mu\text{m}$  đến 15  $\mu\text{m}$ .

##### c) Chì - thiếc (mạ điện hoặc hàn)

Dùng để duy trì khả năng hàn. Chiều dày phụ thuộc vào qui trình sử dụng. Nếu mạ điện, chiều dày lớp chì - thiếc thường trong khoảng từ 5  $\mu\text{m}$  đến 25  $\mu\text{m}$ . Nếu mạ chì - thiếc dưới dạng nấu chảy hoặc nếu phủ chì - thiếc bằng bề hàn hoặc ép nóng thì chiều dày có thể dưới 1  $\mu\text{m}$ . Khu vực này chủ yếu nằm ở vùng chuyển tiếp giữa vành khuyên và thành lỗ. Khả năng hàn ở vùng chuyển tiếp này có thể kém hơn ở các vùng khác.

Hợp chất eutectic chì - thiếc với 63% thiếc, còn lại là chì, có điểm nóng chảy thấp nhất. Trên thực tế, dải hợp chất chấp nhận được là 55% - 75% thiếc, còn lại là chì.

Khả năng hàn của chì - thiếc sẽ kém dần do lưu kho.

Phủ hoặc hàn thừa chì - thiếc có thể làm giảm bớt bằng cách phun khí nóng hoặc dầu nóng.

Tuy nhiên, phải lưu ý rằng đặc tính kích thước (ví dụ như độ phẳng) của tấm mạch in có thể bị ảnh hưởng bởi nhiệt đặt vào (như chất hàn chảy).

##### d) Vàng

Thông thường phủ vàng lên trên lớp dẫn điện kém, ví dụ niken, thường dùng cho tiếp điểm đóng cắt và các tiếp điểm ở mép tấm mạch in. Các đặc điểm cần thiết để vàng làm bề mặt tiếp xúc, như chiều dày,

## TCVN 6611-3 : 2001

độ cứng, chịu mài mòn, đặc tính tiếp xúc, v.v... phụ thuộc vào nhiều yếu tố (xem trong 3.2.3 các lưu ý chung về tiếp xúc mạch in).

Đôi khi vàng còn được đặt ở những phần của dạng dẫn không phải là tiếp điểm. Cần phải chú ý ở những phần để hàn thiếc. Việc hàn thiếc trên vàng có thể gây vấn đề nghiêm trọng cho mối hàn cũng như cho bề hàn do vàng lẫn với chì - thiếc.

e) Lớp ngoài cùng khác

Ví dụ paladi, rođi trên kẽm và vàng trên thiếc – kẽm cũng được sử dụng cho các tiếp điểm mạch in. Phải tuân thủ lưu ý chung về các tiếp điểm của mạch in cho trong 3.2.3.

### 3.2.2 Độ bám dính, chiều dày, độ rỗ

Độ bám dính và chiều dày của mọi lớp phủ trên dạng dẫn có thể kiểm tra bằng thử nghiệm 13a hoặc 13b (độ bám dính) và thử nghiệm 13f (chiều dày) của TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2). Tuy nhiên, phải chú ý khi xác định độ rỗ bằng thử nghiệm 13c, 13d hoặc 13e vì khả năng áp dụng và mức độ tin cậy của kết luận thu được từ các kết quả thử nghiệm rất hạn chế.

### 3.2.3 Tiếp điểm mạch in

Nếu sử dụng tiếp điểm mạch in thì cần chú ý sử dụng loại chất phủ phù hợp cho các tiếp điểm đối ứng nhau. Không thể đưa ra nguyên tắc chung vì lớp phủ thích hợp phụ thuộc vào một vài yếu tố, hầu hết có liên quan với nhau, ví dụ:

- loại chất phủ ở phần đối ứng nhau;
- thiết kế của phần đối ứng (hình dạng, lực tiếp xúc, v.v...);
- độ bền, số lần thao tác mong muốn;
- yêu cầu về điện (ví dụ điện trở tiếp xúc);
- yêu cầu về cơ (ví dụ lực cắm vào/rút ra);
- điều kiện môi trường.

Bề mặt kim loại của tiếp điểm mạch in phải nhẵn và không bị khuyết tật dẫn đến giảm đặc tính điện hoặc cơ. Nếu cần, điều này có thể kiểm tra bằng cách xem xét, thử nghiệm 1 của TCVN 6611- 2 : 2001 (IEC 326-2). Nếu chỉ một vùng tiếp xúc giới hạn là quan trọng thì có thể sử dụng màn chắn kiểm tra, ví dụ cho trên hình 1.

## 3.3 Bề mặt ngoài cùng phi kim loại

Vật liệu phủ phi kim loại được sử dụng để bảo vệ tấm mạch in. Lớp kháng hàn được bổ sung để ngăn ngừa thiếc dính bám quá diện tích cần hàn.

### 3.3.1 Qui định chung

Làm sạch không đúng cách có thể làm mất độ kết dính khi khối lắp ráp bề mặt được đặt ở điều kiện độ ẩm cao. Mất độ kết dính thường thể hiện bằng việc xuất hiện các vết hoặc chấm rời rạc nhìn thấy được ở bề mặt chung của lớp phủ và lớp nền, để lộ ra khoảng lỗ chỗ (“lốm đốm”).

Điều quan trọng nhất là tấm mạch in phải được làm sạch đúng cách trước khi phủ bất kỳ loại phủ nào. Lớp phủ không thể cải thiện được điện trở cách điện của tấm mạch in khi nhiễm bẩn hữu cơ hoặc vô cơ.

Lớp phủ, nếu không được chọn và sử dụng thích hợp, có thể làm tăng tính bắt cháy, giảm điện trở cách điện, đặc tính điện ở tần số cao, v.v... của tấm mạch in.

### 3.3.2 Lớp phủ bảo vệ tạm thời

#### 3.3.2.1 Lớp phủ tạm thời duy trì khả năng hàn

Lớp phủ dùng để duy trì khả năng hàn của dạng dẫn. Lớp phủ tạm thời thường được dùng để duy trì khả năng hàn trong khoảng thời gian cần thiết khi bề mặt dạng dẫn, ví dụ: đồng trần, không phủ lớp kim loại có khả năng hàn tốt.

Tùy thuộc vào vật liệu sử dụng, lớp phủ bảo vệ tạm thời có thể được loại bỏ trước khi hàn hoặc có thể tẩy đi. Lớp phủ bảo vệ tạm thời không loại bỏ được trước khi hàn là loại nhựa hòa tan trong dung môi tẩy.

Làm khô trên diện rộng và/hoặc lưu kho lâu hoặc đặt nhiệt trên diện rộng, ví dụ thời gian hàn giai đoạn hóa hơi cho tấm mạch in, có thể “lưu hóa” một số lớp phủ gốc nhựa đến điểm không thể hoà tan hoàn toàn được trong thời gian ngắn tính từ lúc tẩy đến lúc hàn và dẫn đến mối hàn không tốt.

Chiều dày của lớp phủ gốc nhựa thường mỏng nhất ở vùng chuyển tiếp giữa thành lỗ và vành khuyên. Khả năng hàn theo thời gian của lỗ xuyên phủ kim loại có thể giảm nhanh hơn ở những vùng khác.

Vì lý do này, cần phải xét kỹ sự tương thích giữa lớp phủ với qui trình định dùng, ví dụ phương pháp làm khô, tẩy, hàn hoặc làm chảy.

#### 3.3.2.2 Lớp kháng hàn tạm thời

Lớp phủ thường sử dụng bằng cách in lưới trước khi hàn và để phủ các phần xác định của tấm mạch in nhằm tránh chảy làm dính chất hàn vào dạng dẫn trong phần đó.

Ví dụ: lớp kháng hàn tạm thời trên vùng mạch có lớp ngoài cùng là kim loại quý.

Ngoài ra, lớp phủ như vậy cũng có thể sử dụng để bảo vệ các vùng mạch khỏi bị hỏng trong quá trình chế tạo và lưu kho.

Lớp kháng hàn tạm thời có thể loại bỏ bằng cách bóc ra hoặc nhúng trong dung môi thích hợp, tùy thuộc vào loại lớp kháng hàn sử dụng.

Cần lưu ý để loại bỏ hoàn toàn.

### 3.3.3 Lớp phủ bảo vệ lâu dài

#### 3.3.3.1 Qui định chung

## TCVN 6611-3 : 2001

Các lớp phủ để tăng cường hoặc duy trì đặc tính điện của tấm mạch in, ví dụ điện trở cách điện và điện áp đánh thủng giữa các đường dẫn trên bề mặt của tấm mạch in. Lớp phủ thường là vật liệu có độ bền kháng nứt và, do đó, bảo vệ bề mặt tấm mạch in khỏi bị hỏng. Lớp phủ được giữ lâu dài trên tấm mạch in trong quá trình làm việc bình thường.

Lớp phủ bảo vệ lâu dài có thể tăng cường hoặc duy trì đặc tính điện của tấm mạch in bằng cách:

- làm chậm sự xâm nhập của hơi ẩm vào vật liệu nền;
- chống nhiễm bẩn giữa các đường dẫn (ví dụ nhiễm bẩn có thể gây ẩm);
- hoạt động như một chất điện môi giữa các đường dẫn;
- hoạt động như một lớp bảo vệ bên trong hoặc trên các lỗ xuyên phủ kim loại (lỗ xuyên) mà các lỗ này không yêu cầu hàn.

### 3.3.3.2 Lớp kháng hàn vĩnh viễn

Thực hiện việc phủ trước khi hàn lên những phần xác định của tấm mạch in nhằm tránh chảy làm dính chất hàn vào dạng dẫn trong vùng đó.

Không giống những loại có thể bóc hoặc rửa sạch tạm thời, lớp kháng hàn này không loại bỏ được sau khi hàn và đóng vai trò như một lớp phủ bảo vệ lâu dài. Nó phải có đầy đủ các đặc tính bảo vệ ngoài các đặc tính cần thiết sử dụng như một lớp kháng hàn.

Lớp kháng hàn sử dụng như một lớp phủ bảo vệ lâu dài cũng có thể áp dụng cho phía có linh kiện. Trong trường hợp này, lớp kháng hàn chỉ có chức năng của lớp phủ bảo vệ vĩnh viễn.

Lớp kháng hàn có thể sử dụng cho một hoặc nhiều mục đích sau đây:

- a) để chống chảy làm dính vào những vùng xác định;
- b) để chống nối mạch giữa các phần liền kề của dạng dẫn;
- c) để tập trung chất hàn lên những phần của dạng dẫn không được phủ lớp kháng hàn, tạo thuận lợi và cải thiện việc hàn;
- d) làm giảm lượng chất hàn và giảm nhiễm bẩn bề hàn;
- e) để bảo vệ tấm mạch in trong quá trình chế tạo;
- f) để tăng cường và duy trì đặc tính điện của tấm mạch in;
- g) làm lớp cách điện giữa thân linh kiện và các phần của dạng dẫn nằm dưới linh kiện.

Khi sử dụng lớp kháng hàn trên dạng dẫn phủ bằng vật liệu bị chảy trong quá trình hàn, ví dụ phủ thiếc, lớp kháng hàn có thể có vết nhăn, rỗ hoặc bong sau khi hàn.

Những ảnh hưởng như vậy có thể được giảm bằng cách tránh có chọn lọc kết hợp lớp kháng hàn phủ lên lớp thiếc hoặc bằng cách sử dụng, ví dụ lớp kháng hàn dày (hoạt động như lớp cách nhiệt), lớp thiếc mỏng hơn, đường dẫn hẹp và chia nhỏ vùng đường dẫn rộng.

Nếu vết nhăn, rỗ hoặc bong không chấp nhận được thì có thể áp dụng biện pháp thay thế.

Có hai loại lớp kháng hàn khác biệt nhau cơ bản được sử dụng:

- in vào, thường là in lưới, trong đó lớp kháng hàn được in vào dạng xác định trên tấm mạch in;
- lớp kháng hàn bằng quang khắc, dùng loại màng đặc biệt, khô hoặc ướt, được đặt lên tấm mạch in và dạng hình được tạo thành bằng cách chiếu ánh sáng vào (thường bằng tia UV) và sau đó hiện lên.

Lớp kháng hàn in lưới thường rẻ hơn, nhưng lớp kháng hàn bằng quang khắc có dung sai nhỏ hơn (xem 3.3.3.4).

Sự sai lệch của cửa sổ tiếp cận trong lớp kháng hàn và vành khuyên, cũng như sai lệch theo đường kính của vành khuyên và cửa sổ tiếp cận trong lớp kháng hàn có thể dẫn đến che lấp một phần vành khuyên, làm giảm diện tích hàn. Khi cần, các yêu cầu thích hợp về kích thước và độ trùng nhau phải được qui định trong qui định kỹ thuật liên quan.

### 3.3.3.3 Lớp bọc

Lớp bảo vệ cách điện được đặt trên bề mặt của tấm mạch in. Lớp này thường là màng hoặc phiến cách điện dán vào tấm mạch in uốn được. Lớp bảo vệ cũng có thể dùng cho tấm mạch in cứng bằng cách, ví dụ, tấm liên kết và qui trình ép.

Lớp bọc phủ toàn bộ bề mặt của tấm mạch in trừ các cửa sổ để hàn hoặc để tiếp cận.

Lớp bọc của tấm mạch in uốn được làm chức năng giữ đường dẫn bề mặt và tăng cường hoặc duy trì đặc tính điện và đặc tính uốn của tấm mạch in. Thông thường, lớp bọc có chiều dày 0,025 mm cộng với chất kết dính, và được xem là không ổn định về kích thước. Điều này cần được xem xét khi qui định chiều rộng vành khăn nhỏ nhất để đủ diện tích vành khuyên hàn.

Trên tấm mạch in uốn được, vành khuyên có lỗ không được đỡ có thể phải bảo vệ chống tuột khỏi vật liệu nền bằng cách gắn các tai móc vào vành khuyên liên quan hoặc bằng cách bọc, chồng lên một phần vành khuyên, như chỉ ra trên hình 2.

Nếu các vị trí hàn đặt gần nhau làm cho việc sử dụng riêng biệt các cửa sổ tiếp cận lớp bọc không thực hiện được (như trong cấu hình của bộ nối), thì khi đó các cửa sổ tiếp cận có thể có dạng như chỉ ra trên hình 3. Đối với loại lỗ không đỡ, phải gắn thêm các tai móc vào vành khuyên đồng.

Điều này không thích hợp với lớp bọc của tấm mạch in uốn được, mà khu vực phía trên có lớp ngoài cùng là lớp kim loại bị chảy trong quá trình hàn. Lớp bọc có thể bị nhăn và/hoặc rỗ sau khi hàn.

#### Chú thích

- 1) Phương pháp kết hợp và phương pháp riêng biệt thường rất đắt. Phương pháp để hở tạo ra điểm yếu mà ở đó đồng và vật liệu nền có thể bị nứt.
- 2) Phương pháp riêng biệt nên sử dụng cho tấm mạch in uốn được có mật độ vành khuyên thưa.
- 3) Phương pháp để hở hoặc phương pháp kết hợp nên sử dụng cho tấm mạch in uốn được có mật độ vành khuyên dày.
- 4) Phương pháp để hở (đường dẫn trần) thường đòi hỏi bổ sung lớp phủ thích hợp hoặc các hợp chất làm kín để tạo ra lớp đỡ bổ sung cho đường dẫn trần sau khi lắp ráp phần dẫn này vào dạng dẫn.

5) Phương pháp kết hợp (đường dẫn trần) thường đòi hỏi bổ sung lớp phủ thích hợp hoặc các hợp chất làm kín để tạo ra lớp đỡ bổ sung cho đường dẫn trần sau khi lắp ráp phần dẫn này vào dạng dẫn.

#### 3.3.3.4 Thiết kế và dung sai của dạng kháng hàn hoặc lớp bọc

Các yêu cầu thiết kế sản phẩm và thành phẩm phải kể đến sai số cho phép đối với quá trình thực hiện về vị trí và kích thước của cửa sổ tiếp cận trong lớp kháng hàn hoặc lớp bọc.

Thông thường, diện tích được qui định không có lớp kháng hàn hoặc lớp bọc (cả về kích thước và vị trí) là diện tích hàn nhỏ nhất (xem hình 4). Nếu diện tích này có lỗ lắp linh kiện thì độ rộng vành khăn nhỏ nhất, nếu có thỏa thuận giữa người sử dụng và nhà chế tạo, thì có thể được qui định thay cho hoặc bổ sung vào dung sai theo vị trí và kích thước.

Độ rộng thiết kế của cửa sổ tiếp cận trong lớp kháng hàn hoặc lớp bọc phải bằng chiều rộng của diện tích hàn nhỏ nhất, cộng với mức cho phép của quá trình ít nhất là bằng dung sai quá trình PT1 theo thỏa thuận với nhà chế tạo tấm mạch in.

Trong nhiều trường hợp, phạm vi lớp phủ không hạn chế, tùy thuộc vào độ che phủ mà đường dẫn đòi hỏi sao cho sát với diện tích hàn nhất. Nếu yêu cầu qui định lớp phủ của đường dẫn như vậy thì chiều rộng thiết kế của diện tích lớp kháng hàn hoặc lớp bọc tương ứng phải bằng chiều rộng của diện tích cần phủ, cộng với mức dung sai của quá trình ít nhất là bằng dung sai quá trình PT2 theo thỏa thuận với nhà chế tạo tấm mạch in.

PT1 và PT2 có thể xem như bằng nhau, nếu xấp xỉ nhau.

##### *Dung sai lớp kháng hàn*

Hướng dẫn sau đây liên quan đến tấm epoxide-thủy tinh khi chưa làm chảy chất hàn.

Đối với qui trình loại quang khắc, dung sai vị trí có thể thay đổi từ 0,1 mm đến 0,6 mm, tùy thuộc vào cỡ sản phẩm đặt vào và tùy thuộc vào phương pháp đăng ký.

Đối với qui trình loại in lưới, dung sai vị trí có thể thay đổi từ 0,4 mm đến 1,0 mm.

##### *Dung sai lớp bọc*

Đối với qui trình mà lỗ được đột hoặc khoan trước khi ép lớp bọc, dung sai qui trình có thể thay đổi từ 0,5 mm đến 1,5 mm.

Ví dụ cụ thể về các xem xét liên quan đến lớp kháng hàn hoặc lớp bọc, xem phụ lục A.

#### 3.3.4 Lớp phủ thích hợp

##### 3.3.4.1 Qui định chung

Lớp phủ thích hợp là vật liệu cách điện trên tấm mạch in và/hoặc bộ phận lắp ráp của tấm mạch in để tạo lớp bảo vệ chống lại những ảnh hưởng có hại của điều kiện môi trường. Nếu được chọn chính xác và áp dụng cẩn thận, lớp vỏ thích hợp sẽ giúp bảo vệ linh kiện khỏi các nguy cơ sau đây:

Bị ẩm, bụi và bẩn, ô nhiễm không khí (ví dụ do khói, hơi hóa chất), bị các phần tử dẫn (ví dụ như mảnh, mặt kim loại), bị ngắn mạch ngẫu nhiên do rơi dụng cụ, chốt, v.v... hỏng do cọ xát, dấu tay, rung và sốc (ở một phạm vi nhất định), mốc và giảm điện áp đánh thủng ở áp suất khí quyển giảm.

Nhựa phủ thích hợp được chọn sao cho đáp ứng các yêu cầu trên cùng với một số yêu cầu nhỏ khác như độ trong suốt (để có thể đọc giá trị linh kiện sau khi phủ) và khả năng uốn (để không làm hỏng linh kiện trong chu kỳ nhiệt).

Trong một số trường hợp, vecni được sử dụng làm lớp phủ bảo vệ lâu dài. Vecni được dùng sau khi hàn và thường chỉ ở phía hàn.

Ngoài đặc tính bảo vệ, vecni có thể có các đặc tính đặc biệt khác. Ví dụ, nó có thể phát quang tạo thuận lợi cho việc kiểm tra độ che phủ bằng mắt.

#### 3.3.4.2 Một số hạn chế của nhựa phủ thích hợp

Do các yêu cầu cần thiết, các hạn chế nhất định là không tránh được trong các lớp phủ thích hợp. Các hạn chế đó là:

- a) Màng phủ thích hợp, có thể hút ẩm và không làm thành hệ thống lọc để chống ăn mòn như cromat, sẽ không chống được ăn mòn do muối điện phân tác dụng trên phần được phủ hoặc muối bám trên bề mặt của phần bên dưới lớp phủ.
- b) Màng phủ thích hợp, có thể hút ẩm, sẽ làm giảm điện trở cách điện khi chiều dày của màng tăng. Cụ thể là ở trường hợp gờ nhựa xung quanh linh kiện (như mạch tích hợp).
- c) Nhựa phủ thích hợp, có chất hữu cơ và lấp đầy các chỗ trống giữa các đường dẫn, sẽ làm thay đổi đáng kể điện dung giữa các rãnh ("C");
- d) Nhựa phủ thích hợp, trở thành trong suốt và uốn được, có hệ số giãn nở nhiệt cao, vì vậy chúng có thể tác dụng lực lên linh kiện làm bong mối hàn.
- e) Nhựa phủ thích hợp, tạo thành các đặc tính điện, không có chất phụ gia kết dính (như phosphat); vì vậy, chúng không có độ kết dính với kim loại và, đặc biệt, với chất hàn.
- f) Trừ lớp phủ paraxylen, nhựa phủ thích hợp nhất, tương tự như lớp phủ hữu cơ, sẽ phủ các lỗ châm kim và những vết mỏng trên những điểm sắc, mép của các phần dẫn và mép đường dẫn.

#### 3.3.4.3 Chọn lớp phủ

Các vật liệu sau đây trong thực tế được sử dụng làm lớp phủ thích hợp:

- a) Vecni nhựa-oleo

Lớp phủ thông dụng dùng cho các điều kiện không yêu cầu phủ. Dễ sử dụng, có thể làm sạch bằng dung môi sẵn có. Dễ chữa, hình thức đẹp.

- b) Vecni acrylic



Lớp phủ thông dụng sử dụng khi có yêu cầu đặc tính điện tốt nhất. Có thể làm sạch bằng dung môi, dễ chữa, hình thức bóng đẹp.

c) Lớp phủ epoxy

Lớp phủ thông dụng sử dụng khi có yêu cầu đặc tính điện tốt nhất. Lớp phủ mỏng có thể “hàn xuyên”, nếu không lớp phủ phải được làm sạch bằng cơ học. Có thể vá, có hình thức đẹp, khó sử dụng hơn các vật liệu khác.

d) Vécni poly uretan

Lớp phủ tốt, sử dụng khi có yêu cầu khả năng chống ẩm và chịu mài mòn. Thường được qui định đối với các ứng dụng quân sự. Lớp phủ mỏng có thể “hàn xuyên”, nếu không lớp phủ phải được làm sạch bằng cơ học. Có thể vá, hình thức hơi xỉn, khó sử dụng hơn các vật liệu khác.

e) Vécni silicon

Lớp phủ tốt, sử dụng khi có yêu cầu chất điện môi cũng như đặc tính chịu hồ quang tốt. Cũng thích hợp sử dụng khi cần làm việc ở nhiệt độ cao hơn. Có thể vá, hình thức đẹp. Dễ sử dụng.

f) Lớp phủ cao su silicon

Lớp phủ chịu nhiệt độ cao, chịu mài mòn tốt. Yêu cầu trước tiên là chất kết dính tốt. Uốn được, trong suốt, khó chữa. Phải làm sạch bằng cơ học. Hình thức đẹp, dễ sử dụng.

g) Paraxylylen

Chất tổng hợp lắng đọng chân không, bảo vệ chống ẩm và chịu mài mòn tốt. Hình thành lắng đọng từ thể hơi, chúng là lớp phủ thích hợp thực sự, thấm qua các vết nứt, và phủ toàn bộ bề mặt với lớp phủ có chiều dày không đổi. Có thể lắng đọng ở dạng màng rất mỏng. Không thể thay thế bằng công nghệ thông thường.

h) Polystyren

Thích hợp sử dụng khi có yêu cầu tổn hao điện môi thấp.

**3.3.4.4 Các xem xét khác**

a) Nứt mối hàn

Lớp phủ thích hợp nằm bên dưới một linh kiện phẳng có thể gây ra các vết nứt ở các mối hàn linh kiện do giãn nở lớp phủ. Vì lý do này, linh kiện phẳng phải được lắp bên ngoài tấm, và phải tránh lắp đầy khe hở bằng lớp phủ thích hợp.

b) Tính tương thích

Phải thường xuyên kiểm tra tính tương thích giữa lớp phủ thích hợp với linh kiện trong tấm mạch in lắp ráp, với các chất lỏng để làm sạch và lớp kháng hàn, nếu có. Cũng phải kiểm tra để đảm bảo rằng các chu kỳ xử lý nhiệt không làm hỏng linh kiện trong quá trình lắp ráp.

c) Chú ý khi sử dụng dung môi

Mọi phòng ngừa an toàn, do người cung ứng khuyến cáo, phải được tuân thủ khi sử dụng dung môi để làm sạch tấm mạch in trước khi dùng lớp phủ thích hợp hoặc để tẩy lớp phủ thích hợp. Những phòng ngừa này có kể đến, nhưng không giới hạn ở điều kiện lưu kho, pha chế dung môi, thông gió thích hợp ở những vùng sử dụng dung môi, tránh tiếp xúc với da, xử lý dung dịch đã qua sử dụng, v.v...

## 4 Lắp ráp

Chân linh kiện/bộ phận phụ sẽ được nối đến dạng dẫn bằng

- a) lỗ không phủ kim loại có vành khuyên;
- b) lỗ xuyên phủ kim loại có vành khuyên;
- c) lỗ xuyên phủ kim loại không có vành khuyên;
- d) vành khuyên không có lỗ (lắp đặt bề mặt);
- e) công nghệ khác, ví dụ cọc/lỗ cài.

Các mối nối phải được ưu tiên đặt trên lưới như khuyến cáo trong IEC 97. Khoảng cách ô lưới phải chọn sao cho phù hợp với ứng dụng cụ thể.

Mối nối phải được đặt ở điểm giao nhau của các cạnh lưới. Tuy nhiên, vị trí của đường dẫn không phụ thuộc vào ô lưới; đường dẫn không nhất thiết phải theo các cạnh lưới. Xem IEC 194.

Tấm mạch in có thể được nối bằng cách sử dụng bộ nối tách làm hai hoặc các tiếp điểm bộ nối kiểu cắm ở mép tấm mạch in. Nếu tấm mạch in được thiết kế để sử dụng với bộ nối kiểu cắm ở mép tấm mạch in, áp dụng khuyến cáo về tổng chiều dày tấm và tiếp điểm ở mép tấm mạch in cho trong IEC 321 (xuất bản thứ nhất<sup>\*</sup>).

## 5 Kích thước

Tránh đưa ra những dung sai không cần thiết có thể gây khó khăn và làm tăng chi phí.

### 5.1 Chuẩn gốc

Để qui định kích thước và định vị kích thước dạng cho chế tạo và kiểm tra, nên sử dụng các chuẩn gốc. Nếu tấm mạch in có hai dạng hình trở lên, thì tất cả các dạng hình phải sử dụng cùng chuẩn gốc.

Ưu tiên sử dụng chuẩn gốc do nhà thiết kế qui định. Một phương pháp thường sử dụng là dùng hai đường thẳng vuông góc. Ví dụ được cho trên hình 5.

Trong trường hợp đặc biệt có thể sử dụng nhiều hơn một chuẩn gốc. Ví dụ với tấm mạch in rất lớn hoặc tấm mạch in có phần cứng và phần uốn được có hai hoặc nhiều vùng cứng. Kích thước và dung sai giữa các chuẩn gốc phụ thuộc vào vật liệu sử dụng và yêu cầu kích thước của tấm mạch in thành phẩm. Ví dụ được cho trên hình 5b.

<sup>\*</sup> Xuất bản tiếp theo là IEC 321-1.

**5.2 Kích thước đường bao ngoài của tấm mạch in**

Về nguyên tắc, tấm mạch in có thể có hình dạng bất kỳ, nhưng hình dạng đơn giản thường tạo thuận lợi cho chế tạo.

Trừ khi số lượng chế tạo chứng tỏ cần có phương tiện chế tạo đặc biệt, thì kích cỡ của tấm mạch in thường bị hạn chế bởi trang thiết bị chế tạo sẵn có và các yêu cầu độ ổn định.

Dung sai về kích thước đường bao ngoài của tấm mạch in thường là dung sai đối với vật liệu ép giống như dung sai dùng cho vật liệu nền.

**5.3 Chiều dày tấm**

Để xác định chiều dày vật liệu nền, chiều dày tấm hoặc chiều dày tổng của tấm, xem IEC 194. Cần hạn chế yêu cầu chiều dày bất kỳ ở những vùng có yêu cầu kiểm tra chiều dày qui định.

Chiều dày chất điện môi là khoảng cách nhỏ nhất đo được giữa các lớp dẫn liền kề phải được qui định.

**5.3.1 Tấm mạch in cứng một mặt và hai mặt**

Giá trị ưu tiên của chiều dày tấm danh nghĩa được cho trong bảng 2.

**Bảng 2 – Chiều dày tấm danh nghĩa**

mm	0,2	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,6	2,0	2,4	3,2	6,4
in	0,008	0,02	0,028	0,031	0,039	0,047	0,059	0,063	0,079	0,094	0,125	0,26

Chú thích – Bảng này tóm tắt tất cả các giá trị cho trong các qui định kỹ thuật của IEC 249-2. Qui định kỹ thuật cụ thể của IEC 249-2 có thể hạn chế số lượng giá trị cho phép.

Dung sai theo chiều dày của vật liệu nền phủ kim loại được cho trong IEC 249-2.

Chiều dày tổng của tấm được suy từ chiều dày tấm (và dung sai liên quan) nếu sử dụng lớp mạ hoặc lớp phủ bổ sung khác.

Dung sai theo chiều dày tổng của tấm là quan trọng đối với các vùng có tiếp điểm ở mép tấm hoặc các tiếp điểm mạch in khác; xem thêm IEC 321.

**5.3.2 Tấm mạch in cứng nhiều lớp**

Chiều dày tấm của tấm mạch in cứng nhiều lớp phụ thuộc vào số lớp, chiều dày lớp và màng liên kết được sử dụng.

Vì vậy, cần lưu ý tránh các dung sai chật cả về chiều dày tổng của tấm lẫn chiều dày lớp bên trong, đặc biệt là dung sai liên quan đến các lớp liên kết.

Màng liên kết không nên dùng đơn lẻ. Tối thiểu là hai màng trong mỗi liên kết để tránh nguy cơ thủng châm kim hoặc khuyết tật ở màng đơn. Cả hai màng trong liên kết bất kỳ nên có cùng chiều dày và chỉ sử dụng

một chiều dày màng liên kết cho tất cả các liên kết, mặc dù nếu cần có thể sử dụng nhiều hơn hai màng trên một liên kết.

Nếu tấm mạch in cứng nhiều lớp được thiết kế để sử dụng với bộ nối kiểu cắm ở mép tấm mạch in, thì áp dụng khuyến cáo liên quan đến dung sai chiều dày tổng của tấm và dung sai kết hợp trên vùng tiếp điểm ở mép tấm cho trong IEC 321. Thông tin chung về bộ nối kiểu cắm ở mép tấm mạch in, xem IEC 171. Sử dụng bộ nối tách làm đôi có thể tránh được các vấn đề do dung sai chiều dày tổng của tấm.

### 5.3.3 Tấm mạch in uốn được một mặt và hai mặt

Yêu cầu về chiều dày của tấm mạch in uốn được một mặt và hai mặt phải tương tự như yêu cầu về chiều dày đối với vật liệu nền phủ kim loại cho trong IEC 249-2.

Chiều dày tổng của tấm suy ra từ các yêu cầu đối với vật liệu nền phủ kim loại khi sử dụng lớp mạ, lớp phủ, lớp bọc hoặc chất kết dính bổ sung. Dung sai theo mọi kích thước càng lớn càng tốt.

### 5.3.4 Tấm mạch in nhiều lớp uốn được

Yêu cầu về chiều dày của tấm mạch in nhiều lớp uốn được phụ thuộc vào số lớp, chiều dày của lớp và loại màng liên kết được sử dụng. Cần lưu ý vị trí của nguồn và đất vì điều này có thể ảnh hưởng đến các yêu cầu về tính uốn được và chiều dày. Dung sai theo mọi kích thước phải càng lớn càng tốt.

### 5.3.5 Tấm mạch in hai mặt có phần cứng và phần uốn được

Yêu cầu về chiều dày của tấm mạch in hai mặt có phần cứng và phần uốn được phụ thuộc vào vật liệu nền phủ kim loại uốn được, các yêu cầu về độ cứng của đoạn cứng và màng liên kết được sử dụng. Dung sai theo mọi kích thước càng lớn càng tốt.

### 5.3.6 Tấm mạch in nhiều lớp có phần cứng và phần uốn được

Yêu cầu về chiều dày của tấm mạch in nhiều lớp có phần cứng và phần uốn được phụ thuộc vào số lớp, chiều dày lớp, các yêu cầu độ cứng của đoạn cứng và loại màng liên kết được sử dụng. Dung sai theo mọi kích thước càng lớn càng tốt.

## 5.4 Kích thước của lỗ

Số cỡ lỗ khác nhau trong một thiết kế phải giữ ở mức tối thiểu vì lý do kinh tế.

### 5.4.1 Lỗ không phủ kim loại

Nên sử dụng đường kính lỗ danh nghĩa và sai lệch so với giá trị danh nghĩa như cho trong bảng 3.

Bảng 3 – Đường kính lỗ danh nghĩa

Đường kính lỗ danh nghĩa		Sai lệch	
mm	in	mm	in
0,4	0,016	± 0,05	± 0,002
0,5	0,020		
0,6	0,024		
0,8	0,031		
0,9	0,035		
1,0	0,039	± 0,1	± 0,004
1,3	0,051		
1,6	0,063		
2,0	0,079		
Chú thích 1) Kích thước trích dẫn liên quan đến lỗ hoàn chỉnh đo được là đường kính của lỗ xuyên qua tấm. 2) Nếu lỗ được sử dụng để cố định những phần cơ, dung sai của lỗ phải phù hợp với những phần cơ đang xem xét.			

#### 5.4.2 Lỗ xuyên phủ kim loại

Tỷ số giữa chiều dày của tấm và đường kính lỗ không nên lớn hơn 3:1. Tỷ số lớn hơn có thể gây khó khăn cho chế tạo và làm tăng chi phí.

Nếu lỗ xuyên phủ kim loại chỉ để sử dụng với mối nối xuyên hoặc mối nối lớp bên trong, thì dung sai theo đường kính lỗ, đặc biệt là đường kính lỗ nhỏ nhất thường không quan trọng và vì vậy không cần qui định. Lỗ để nối qua có thể có đường kính nhỏ hơn lỗ cắm linh kiện vì không có chân linh kiện cắm vào.

Nếu lỗ xuyên phủ kim loại thích hợp để sử dụng làm lỗ cắm linh kiện, thì đường kính nhỏ nhất của lỗ xuyên phủ kim loại không được nhỏ hơn đường kính nhỏ nhất của lỗ không phủ kim loại (có cùng đường kính danh nghĩa) như đã tính toán từ giá trị khuyến cáo trong 5.4.1, để khít với chân linh kiện hoặc bộ phận lắp ráp phụ. Do đó, đường kính danh nghĩa và đường kính nhỏ nhất cho trong bảng 3 được khuyến cáo cho lỗ cắm linh kiện.

Đường kính lớn nhất của lỗ xuyên phủ kim loại phụ thuộc vào chiều dày lớp mạ và dung sai chiều dày lớp mạ và đường kính lỗ.

Chiều dày lớp mạ lỗ nhỏ nhất thường được qui định và sai lệch theo chiều dày lớp mạ (từng lỗ) thường áp dụng là 0% đến + 100%.

Lưu ý là chiều dày trung bình của lớp mạ đồng trong lỗ không được nhỏ hơn 25  $\mu\text{m}$  (0,001 in) ứng với chiều dày nhỏ nhất là 15  $\mu\text{m}$  (0,0006 in).

## 5.5 Kích thước của khe và rãnh hình chữ V

Về nguyên tắc, khe, rãnh, v.v... với kích cỡ và hình dạng hợp lý nào đó có thể áp dụng được với các vật liệu ép khác tương tự như áp dụng với vật liệu nền.

Đối với khe, rãnh, v.v... không phủ kim loại, nên có sai lệch theo chiều dài và chiều rộng là  $\pm 0,1$  mm (0,004 in).

## 5.6 Kích thước đường dẫn

### 5.6.1 Chiều rộng đường dẫn

Chiều rộng đường dẫn thường được chọn càng rộng càng tốt đối với một thiết kế hoặc bố trí cụ thể của dạng dẫn nhưng ít nhất phải đủ rộng để chịu dòng phụ tải mong muốn (xem 6.2).

Độ chính xác của chiều rộng đường dẫn có thể đạt được trên tấm mạch in phụ thuộc vào nhiều yếu tố, ví dụ như độ chính xác của bản vẽ gốc sản phẩm, qui trình chế tạo (phương pháp in, qui trình sử dụng kiểu đắp vào hoặc khoét bỏ, phương pháp mạ, chất lượng bản khắc) và độ đồng đều về chiều dày đường dẫn.

Để qui định chiều rộng đường dẫn, thì dung sai, nghĩa là chiều rộng thiết kế và sai lệch cho phép, hoặc các điều kiện tối thiểu có thể được qui định.

#### 5.6.1.1 Dung sai

Nếu sử dụng thì dung sai phải được qui định và được thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng, trong đó chiều rộng phải là chiều rộng thiết kế có gắn với sai lệch cho phép.

Chú thích – Chiều rộng thường được qui định trong bản vẽ gốc thiết kế của người sử dụng hoặc bản vẽ gốc sản phẩm của nhà chế tạo.

Không phụ thuộc vào chiều rộng đường dẫn, sai lệch cho phép được cho trong bảng 4:

**Bảng 4 – Dung sai**

		Đặc biệt tinh	Tinh	Trung bình	Thô
Thường không có qui trình mạ	mm	+0,03 -0,05	+0,05 -0,1	+0,1 -0,13	+0,15 -0,25
	in	+0,001 -0,002	+0,002 -0,004	+0,004 -0,005	+0,006 -0,01
Sử dụng mạ bình thường trên kim loại	mm	+0,03 -0,05	+0,08 -0,05	+0,15 -0,1	+0,03 -0,2
	in	+0,001 -0,002	+0,003 -0,002	+0,006 -0,004	+0,012 -0,008

Sai lệch này căn cứ vào chiều dày đồng làm nền là 35  $\mu$ m (0,0014 in) và chiều dày lớp mạ thông thường. Các chiều dày kim loại khác có thể yêu cầu dung sai khác.

Sai lệch hệ thống của độ rộng đường dẫn phát sinh do qui trình cho trước cũng có thể được bù lại bằng cách thay đổi tương ứng của độ rộng đường dẫn trong bản vẽ gốc.

Sự không hoàn hảo, như mẻ, chàm kim, khuyết tật lỗ hoặc khuyết tật ở mép không nằm trong sai lệch này nhưng có thể xảy ra. Những khuyết tật này thường chấp nhận được nếu chiều rộng đường dẫn không bị giảm quá 20% hoặc 35%, như qui định trong qui định kỹ thuật liên quan. Nếu khả năng mang dòng sử dụng ở mức cao thì những khuyết tật phải được xem xét thích đáng.

#### 5.6.1.2 Các điều kiện tối thiểu

Trong những trường hợp nhất định, chỉ qui định các điều kiện tối thiểu là đủ và thậm chí dễ dàng hơn và phù hợp hơn với các yêu cầu thực tế.

Nếu sử dụng các điều kiện tối thiểu thì phải qui định chiều rộng đường dẫn nhỏ nhất cho phép. Cần nêu chiều rộng đường dẫn nhỏ nhất qui định là giá trị nhỏ nhất không thể giảm bớt hay không bị giảm bớt như mẻ, chàm kim, khuyết tật lỗ hoặc khuyết tật ở mép dẫn đến giảm chiều rộng đường dẫn nhỏ nhất qui định.

#### 5.6.2 Khoảng cách giữa các đường dẫn

Khoảng cách giữa các đường dẫn kề nhau cần rộng tới mức cần thiết để phù hợp với các yêu cầu an toàn điện, và càng rộng càng tốt để tạo thuận lợi cho xử lý và chế tạo.

Khoảng cách nhỏ nhất phải chọn để ít nhất phù hợp với điện áp cung cấp. Điện áp này có thể bao gồm điện áp làm việc bình thường và điện áp nhấp nhô, quá điện áp, điện áp tăng đột ngột hoặc điện áp đỉnh có thể xuất hiện lặp lại hoặc ngẫu nhiên trong quá trình làm việc bình thường hoặc trong trường hợp sự cố. Các yêu cầu áp dụng và yêu cầu an toàn qui định phải được xem xét phù hợp. Thông tin về quan hệ giữa khoảng cách đường dẫn và điện áp đặt được cho trong 6.4.

Khoảng cách hữu hiệu có thể bị giảm nếu qui định kỹ thuật liên quan cho phép có các hạt giữa các đường dẫn. Sự giảm khoảng cách do các hạt kim loại giữa các đường dẫn phải được tính toán thích đáng khi xem xét phương diện điện áp.

Khoảng cách lớn thêm một giá trị nhất định, ví dụ 0,5 mm (0,02 in), có thể tạo thuận lợi cho việc xử lý và chế tạo. Ví dụ, nếu ảnh hưởng của sai lệch và khuyết tật nhỏ hơn thì ít có nguy hiểm bắc cầu trong quá trình hàn, v.v...

Chú thích – Giá trị này chỉ nhằm định hướng, không phải là giới hạn. Không thể chỉ ra giá trị giới hạn áp dụng chung vì nó phụ thuộc quá nhiều vào các qui trình sử dụng và phương tiện chế tạo sẵn có.

##### 5.6.2.1 Dung sai

Vì dung sai khoảng cách đường dẫn không chỉ phụ thuộc vào sai lệch vị trí của đường dẫn mà còn phụ thuộc vào sai lệch chiều rộng đường dẫn, nên chỉ có thể qui định dung sai khoảng cách giữa các đường dẫn nếu dung sai chiều rộng đường dẫn cũng được qui định.

Quan hệ giữa khoảng cách danh nghĩa và khoảng cách nhỏ nhất được cho trong công thức sau:

$$d_{\min} = d_{\text{dn}} - \Delta d$$

trong đó

$d_{\min}$  - khoảng cách nhỏ nhất của đường dẫn;

$d_{\text{dn}}$  - khoảng cách danh nghĩa giữa các đường dẫn như trong bản vẽ gốc sản phẩm;

$\Delta d$  - ảnh hưởng của sai lệch chiều rộng đường dẫn.

a)  $\Delta d$  gấp đôi sai lệch trên là cho phép đối với chiều rộng đường dẫn, nếu sai lệch chỉ mở rộng đường dẫn về một phía.

b)  $\Delta d$  bằng với sai lệch trên là cho phép đối với chiều rộng đường dẫn, nếu sai lệch mở rộng đường dẫn đều về cả hai phía.

#### 5.6.2.2 Điều kiện tối thiểu

Trong những trường hợp nhất định, chỉ qui định các điều kiện tối thiểu là đủ và thậm chí dễ dàng hơn và phù hợp hơn với các yêu cầu thực tế. Nếu qui định các điều kiện tối thiểu đối với chiều rộng đường dẫn thì có thể chỉ qui định điều kiện tối thiểu đối với khoảng cách.

Nếu sử dụng các điều kiện tối thiểu thì phải qui định khoảng cách đường dẫn nhỏ nhất cho phép. Cần nêu khoảng cách đường dẫn nhỏ nhất qui định là giá trị nhỏ nhất không thể giảm bớt hay không bị giảm bớt như có các hạt giữa các đường dẫn làm giảm khoảng cách đường dẫn nhỏ nhất qui định.

Đường dẫn hoặc vành khuyên lớp trong không nên thiết kế nằm cách mép hoặc gờ vát của tấm nhỏ hơn 2 mm.

#### 5.6.3 Vị trí của dạng dẫn và lỗ

Nếu có thể, tất cả các lỗ nên đặt trên mắt lưới như qui định trong IEC 97.

Nguyên tắc chung đối với tấm mạch in làm từ thủy tinh epoxy là khoảng cách nhỏ nhất từ mép lỗ đến mép tấm mạch in không được nhỏ hơn chiều dày tấm mạch in. Đối với tấm nền là giấy phenon, khoảng cách nhỏ nhất khuyến cáo là 1,5 lần chiều dày tấm.

##### 5.6.3.1 Dung sai vị trí tâm lỗ

Dung sai vị trí này qui định đường kính hình trụ mà đường tâm hình trụ ở vị trí qui định của lỗ và trong đó phải chứa tâm lỗ.

Dung sai vị trí đạt được trên thực tế phụ thuộc chủ yếu vào phương pháp và thiết bị chế tạo. Khuyến cáo về dung sai vị trí cho trong bảng 5.



Bảng 5 – Dung sai vị trí

Dung sai vị trí (đường kính) đối với khoảng cách từ chuẩn gốc đến lỗ và vành khuyên						
Loại dung sai	Tám mạch in (đường chéo lớn nhất)					
	Đến và bằng 300 mm (12 in)		Trên 300 mm (12 in) đến và bằng 450 mm (18 in)		Trên 450 mm (18 in)	
	mm	in	mm	in	mm	in
Đặc biệt tinh	0,05	0,002	0,1	0,004	0,15	0,006
Tinh	0,1	0,004	0,15	0,006	0,2	0,008
Trung bình	0,2	0,008	0,3	0,012	0,4	0,016
Thô	0,4	0,016	0,5	0,020	0,6	0,024

Để hướng dẫn chung, dung sai vị trí được yêu cầu đối với việc cắm linh kiện tự động phải là dung sai đặc biệt tinh cho trong bảng 5.

#### 5.6.3.2 Khoảng cách giữa các lỗ

Sai lệch khoảng cách giữa hai lỗ bất kỳ bằng một nửa tổng dung sai cho trong 5.6.3.1.

$$\text{Chú thích – Sai lệch} = \frac{(\text{dung sai vị trí lỗ 1} + \text{dung sai vị trí lỗ 2})}{2}$$

#### 5.6.3.3 Sai lệch giữa lỗ và vành khuyên

Đối với tám mạch in có lỗ và vành khuyên, sai lệch giữa lỗ và vành khuyên thường xảy ra vì dạng dẫn và dạng lỗ được làm ở các bước chế tạo khác nhau. Việc sử dụng cùng một chuẩn gốc cho hai dạng này như trong 5.1 sẽ giảm sai lệch nhưng không thể loại trừ được nó.

Nếu qui định kỹ thuật liên quan không qui định hoặc giá trị giới hạn được qui định nhưng thiết kế cụ thể không chấp nhận được, thì nhà thiết kế phải qui định đặc điểm quan trọng này, có tính đến các yêu cầu đối với thiết kế cụ thể.

#### 5.6.3.4 Cỡ vành khuyên (lớp ngoài)

Cần có vành khuyên cho tất cả các lỗ linh kiện khi có yêu cầu các mối nối điện. Để dễ dàng trong việc bảo dưỡng và đảm bảo liên kết chắc chắn với vật liệu nền ép, vành khuyên xung quanh lỗ phải được giữ càng rộng càng tốt phù hợp với yêu cầu hàn. Nói chung, lỗ không phủ kim loại đòi hỏi vành khuyên lớn hơn lỗ xuyên phủ kim loại.

Đối với tám mạch in hai mặt có lỗ xuyên phủ kim loại, vành khuyên phải có ở cả hai mặt của mỗi lỗ xuyên phủ kim loại nơi kết thúc đường dẫn. Nếu đường dẫn chứa lỗ xuyên và lỗ được điền đầy chất hàn trong quá trình hàn, thì không cần vành khuyên. Tuy nhiên, trách nhiệm của người thiết kế là phải đảm bảo rằng việc

duy trì đường dẫn xung quanh lỗ là phù hợp với yêu cầu dòng điện thiết kế và dung sai vị trí liên quan đến quá trình chế tạo.

Nếu chiều rộng đường dẫn chứa các lỗ xuyên phủ kim loại nhưng không có vành khuyên thì cách phân định tâm lỗ phải do nhà chế tạo tấm mạch in qui định.

Để thuận lợi cho quá trình hàn hàng loạt, phải tránh những diện tích rộng là đồng (xem thêm 8.1).

Các kích thước vành khuyên ở tấm mạch in hai mặt phải có giá trị nhỏ nhất sau:

$D - d = 1,0$  mm nhỏ nhất đối với lỗ không phủ kim loại

$D - d = 0,5$  mm nhỏ nhất đối với lỗ xuyên phủ kim loại

trong đó

D - đường kính vành khuyên

d - đường kính lỗ

Tỷ số  $\frac{D}{d}$  đối với các vành khuyên này (phía linh kiện và phía hàn) ưu tiên là:

$\frac{D}{d} = 2,5$  đến  $3,0$  đối với lỗ không phủ kim loại, tấm mạch in giấy phenon;

$\frac{D}{d} = 2,5$  đến  $3,0$  đối với lỗ không phủ kim loại, tấm mạch in epoxy thủy tinh;

$\frac{D}{d} = 1,5$  đến  $2,0$  đối với lỗ xuyên phủ kim loại.

Vành khuyên đối xứng (đối với lỗ) ưu tiên cả phía linh kiện lẫn phía hàn, nhưng không chấp nhận vành khuyên không đối xứng (hoặc vành khuyên lớn hơn các diện tích nêu ở trên).

#### 5.6.3.5 Vị trí dạng dẫn liên quan đến chuẩn góc (chỉ số)

Điều này không cần qui định cho tấm mạch in một mặt và hai mặt có lỗ và vành khuyên, vì đặc điểm quan trọng trong trường hợp này là quan hệ giữa dạng hình và lỗ, với quan hệ này chiều rộng vành khuyên hướng kính nhỏ là chủ đạo.

Tuy nhiên, đối với các loại tấm mạch in khác, đặc biệt là tấm mạch in sử dụng lỗ không có vành khuyên và tấm mạch in mỏng dùng làm các lớp cấu thành tấm mạch in nhiều lớp, vị trí dạng dẫn liên quan đến chuẩn góc có thể quan trọng. Nó thậm chí có thể là khả năng duy nhất để thử nghiệm tấm mạch in mỏng trước khi chế tạo tấm mạch in nhiều lớp.

Nếu có qui định chỉ số vị trí dạng hình liên quan đến chuẩn góc thì sử dụng các sai lệch sau đây:

Tinh  $\pm 0,05$  mm (0,002 in)

Trung bình  $\pm 0,1$  mm (0,004 in)

Thô  $\pm 0,25$  mm (0,01 in)

**5.6.3.6 Chỉ số dạng dẫn mặt với mặt**

Không phải qui định riêng điều này. Có thể đạt được giá trị này từ sai lệch qui định đối với vị trí dạng dẫn liên quan đến chuẩn gốc. Sai lệch chỉ số dạng dẫn mặt với mặt bằng hai lần sai lệch qui định đối với vị trí dạng dẫn liên quan đến chuẩn gốc.

**5.6.3.7 Vị trí của lớp bọc và cửa sổ tiếp cận**

Sự hình thành mối hàn trên tấm mạch in uốn được bị ảnh hưởng bởi cỡ vành khuyên và cỡ cửa sổ tiếp cận thuộc lớp bọc có liên quan đến cỡ lỗ và cỡ vành khuyên. Nếu lớp bọc chùm lên làm ngăn cản việc hàn thì có thể gắn thêm các tai móc vào vành khuyên để không bị tuột khỏi vật liệu nền.

**5.7 Độ ổn định kích thước**

Sự thay đổi kích thước trong tấm mạch in phụ thuộc một phần vào vật liệu được chọn, kích cỡ tấm và/hoặc panen và quá trình.

Kích thước và dung sai về chiều dài và chiều rộng tấm mạch in phản ánh độ ổn định kích thước của tấm mạch in chế tạo.

Độ ổn định kích thước trở nên đặc biệt quan trọng trong trường hợp cắm linh kiện tự động hoặc công nghệ thay thế được sử dụng trong quá trình lắp ráp.

Vật liệu cứng nền giấy thường kém bền so với vật liệu cứng nền thủy tinh. Vật liệu nền uốn được thường kém ổn định hơn vật liệu cứng.

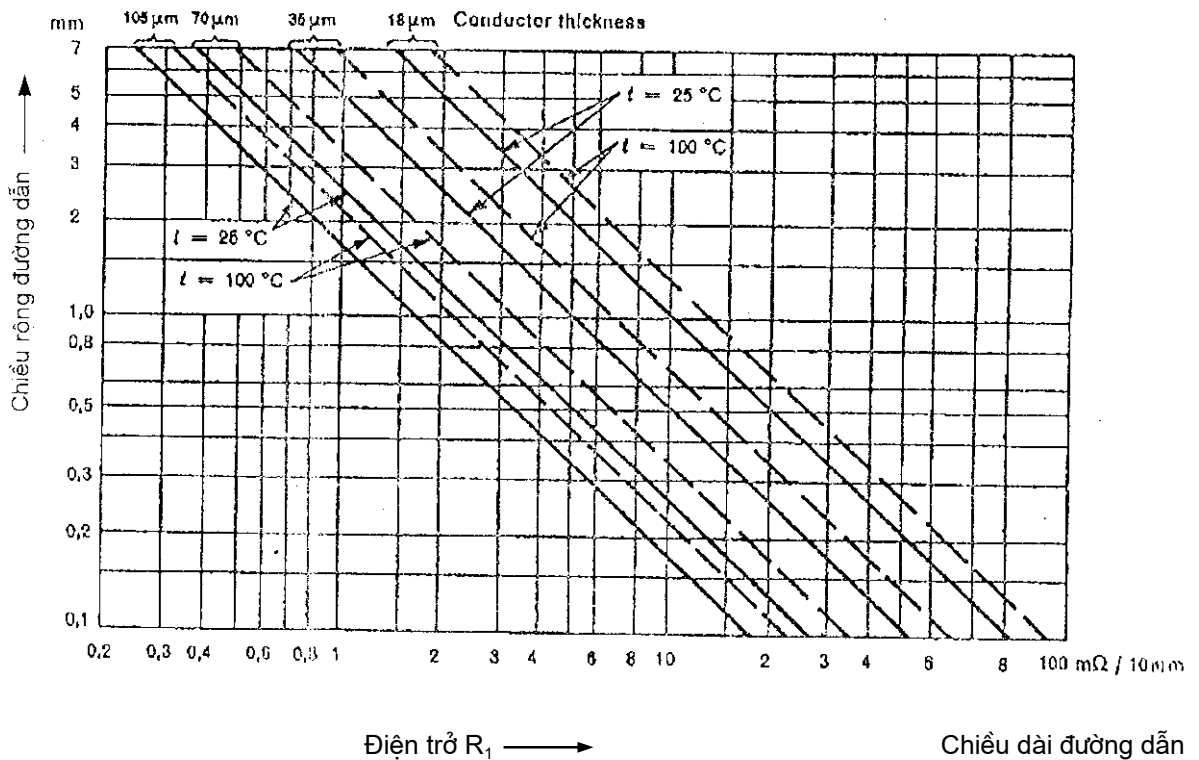
Thay đổi kích thước do ăn mòn hoặc do hút/thoát hơi ẩm có thể xảy ra nhưng các tác động khác liên quan đến nhiệt thường có ảnh hưởng lớn nhất. Qui trình liên quan đến nhiệt độ cao (ví dụ như quá trình nóng chảy chì-thiếc) có ảnh hưởng lớn hơn qui trình ở nhiệt độ thấp hơn (ví dụ như quá trình xử lý lớp kháng hàn).

**6 Đặc tính điện**

**6.1 Điện trở**

**6.1.1 Điện trở đường dẫn**

Nếu quan trọng, điện trở đường dẫn phải được xác định. Đối với vật liệu dẫn là đồng có điện trở suất  $\rho = 1,8 \times 10^{-6} \Omega\text{cm}$  và đường dẫn có chiều rộng không đổi, biểu đồ chuyển đổi sau đây chỉ ra mối tương quan giữa chiều rộng, chiều dày đường dẫn với nhiệt độ và điện trở trên 10 mm chiều dài đường dẫn.



Lớp mạ mỏng, đặc biệt là bằng vật liệu có điện trở suất cao hơn đồng, ví dụ niken, vàng hoặc thiếc, trong nhiều trường hợp có thể bỏ qua vì chúng thường có ảnh hưởng rất nhỏ.

Lớp mạ dày bằng vật liệu có điện trở suất tương đối thấp, ví dụ như lớp mạ đồng thường dùng ở lỗ xuyên phủ kim loại trên tấm mạch in phải được xem xét thích đáng. Nếu đánh giá chung là đủ thì điện trở đường dẫn có lớp mạ đồng dày bổ sung có thể được đánh giá bằng cách cộng thêm chiều dày lớp mạ vào chiều dày lá đồng và đánh giá điện trở từ biểu đồ chuyển đổi.

Đối với lá vật liệu dẫn khác đồng, hoặc hình dáng khác của đường dẫn, điện trở đường dẫn phải được tính, nếu yêu cầu.

### 6.1.2 Điện trở giữa các mối nối

Điện trở giữa các mối nối giữa hai lỗ xuyên phủ kim loại trên tấm mạch in nhiều lớp thường gồm các điện trở sau đây:

- điện trở  $R_1$  của lớp mạ trong lỗ xuyên phủ kim loại;
- điện trở  $R_2$  của mối nối giữa lớp mạ đó và đường dẫn ở lớp trong;
- điện trở  $R_3$  của đường dẫn đó;
- điện trở  $R_4$  của điểm nối giữa đường dẫn đó và lớp mạ trong lỗ xuyên phủ kim loại thứ hai;
- điện trở  $R_5$  của lớp mạ đó.

Các thành phần tham gia vào giá trị tổng thường không tiếp cận được.

Nếu quan trọng, điện trở giữa các mối nối phải được xác định. Trong khi phần đường dẫn của điện trở giữa các mối nối có thể được xác định như mô tả trong 6.1.1, thì tổng điện trở giữa các mối nối chỉ có thể xác định bằng phép đo điện. Phương pháp thử nghiệm thích hợp cho trong TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2).

## TCVN 6611-3 : 2001

Sẽ là thuận lợi nếu trong qui định kỹ thuật liên quan có các yêu cầu và các phép thử, ngay cả khi giá trị điện trở giữa các mối nối không quan trọng đối với mạch điện, vì điều này chỉ ra chất lượng của các qui trình sử dụng trong quá trình chế tạo.

### 6.1.3 Điện trở của lỗ xuyên phủ kim loại

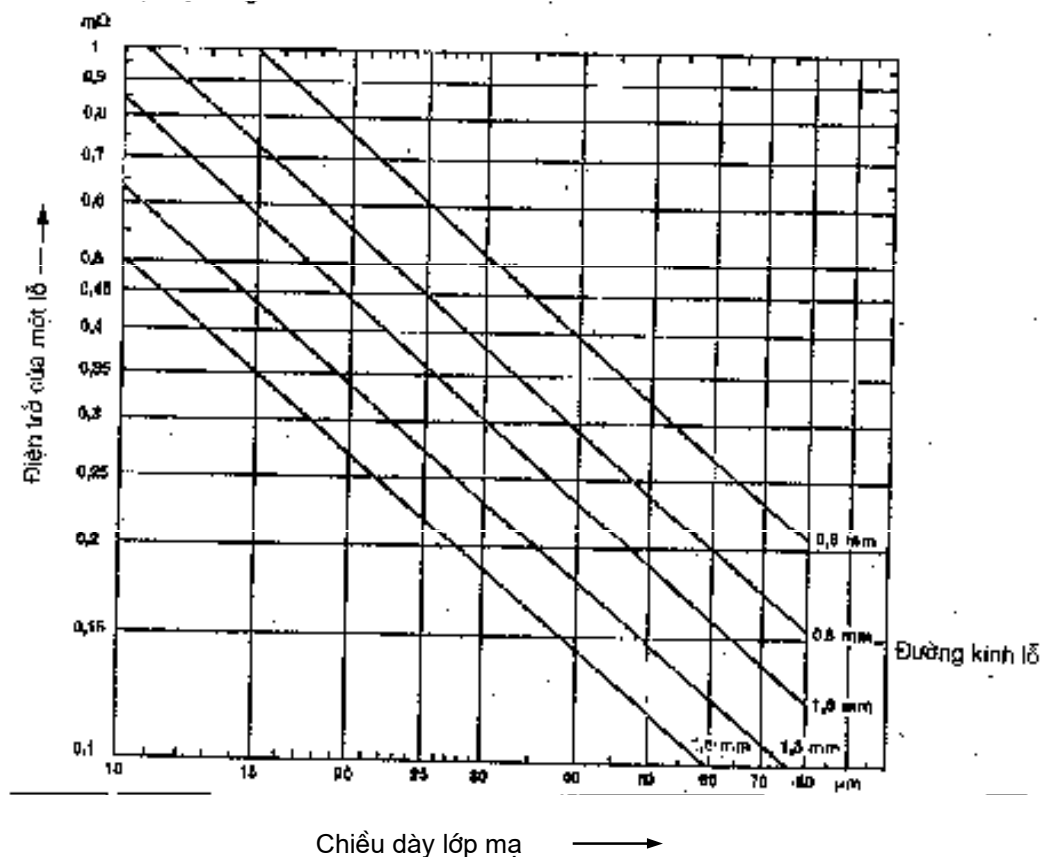
Giá trị điện trở của lỗ xuyên phủ kim loại có thể quan trọng đối với mạch điện, đặc biệt trong trường hợp lỗ cấy mà thường chỉ được mạ đồng. Do đó, sẽ là thuận lợi nếu trong qui định kỹ thuật liên quan có các yêu cầu và các phép thử đối với sự thay đổi điện trở do chu kỳ nhiệt, vì điều này chỉ ra chất lượng của qui trình mạ sử dụng trong quá trình chế tạo.

Khi tấm mạch in được làm nóng, ví dụ nhúng trong bể dầu nóng, điện trở của lớp mạ trong lỗ xuyên phủ kim loại sẽ tăng:

- do sự phụ thuộc vốn có của điện trở vào nhiệt độ, qui trình này thường là thuận nghịch;
- do khuyết tật của lớp mạ; trong trường hợp này, sự thay đổi điện trở có thể là thuận nghịch nhưng lớn hơn bình thường, nhưng nó cũng có thể là bất thuận nghịch đến chừng mực nhất định làm thay đổi vĩnh viễn điện trở sau mỗi chu kỳ nhiệt.

Khi áp dụng thử nghiệm, qui định kỹ thuật liên quan phải nêu các yêu cầu đối với sự thay đổi điện trở trong một chu kỳ nhiệt và sự khác biệt trong thay đổi điện trở giữa chu kỳ đầu tiên và chu kỳ cuối cùng phù hợp với chi tiết nêu trong thử nghiệm 3c của TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2).

Biểu đồ sau nhằm giúp đánh giá điện trở của lớp mạ trong lỗ. Áp dụng cho tấm mạch in có chiều dày 1,6 mm (0,063 in) và có lớp mạ đồng.



## 6.2 Khả năng mang dòng

### 6.2.1 Qui định chung

Thông tin về khả năng mang dòng cho trong 6.2 chỉ áp dụng được cho tấm mạch in và đường dẫn trên tấm mạch in. Mọi ảnh hưởng do và lên linh kiện lắp đặt trên và/hoặc sử dụng với tấm mạch in không cần tính đến. Mọi ảnh hưởng do nguồn nhiệt bên ngoài có thể làm tăng nhiệt độ của tấm mạch in cũng được bỏ qua.

Khả năng mang dòng chủ yếu bị giới hạn bởi nhiệt độ lớn nhất mà tấm mạch in có thể chịu được, nhưng với dòng điện cao trong thời gian ngắn, ví dụ như quá dòng điện, thì các hiện tượng khác như chảy đường dẫn hoặc các lực cơ học do uốn cong hoặc giãn nở nhiệt cũng có thể có ảnh hưởng nhất định.

Tăng nhiệt độ do tiêu tán năng lượng có thể xảy ra:

- cục bộ hoặc phân tán trên diện tích rộng;
- trong thời gian rất ngắn hoặc lâu dài.

Giá trị nhiệt độ phụ thuộc vào nhiều yếu tố, ví dụ như:

#### a) tiêu tán năng lượng điện:

- tiêu tán năng lượng trên một đơn vị diện tích;
- phân bố tiêu tán năng lượng trên tấm mạch in;

#### b) chi tiết về tấm mạch in

- các kích thước của tấm mạch in;
- vật liệu làm tấm mạch in;
- lượng và phân bố kim loại;

#### c) việc lắp đặt tấm mạch in:

- hướng lắp đặt (ví dụ thẳng đứng, nằm ngang);
- bít kín và khoảng cách đến các vách ngăn;
- khoảng cách so với linh kiện lắp ráp liền kề, ví dụ tấm mạch in;

#### d) bức xạ nhiệt:

- hệ số bức xạ bề mặt tấm mạch in;
- chênh lệch nhiệt độ giữa tấm mạch in và các bề mặt liền kề với nhiệt độ tuyệt đối của chúng;

#### e) dẫn nhiệt đến các thiết bị lắp đặt;

#### f) đối lưu nhiệt:

- đối lưu tự nhiên;
- đối lưu lạnh cưỡng bức.

Danh mục này không đòi hỏi phải hoàn chỉnh. Một số yếu tố có liên quan với nhau và phụ thuộc lẫn nhau. Hầu hết các yếu tố phụ thuộc vào trường hợp cụ thể và không thể khái quát hóa được. Do đó, tính toán chính xác chỉ có thể thực hiện ở trường hợp cụ thể và việc đánh giá với độ chính xác tuyệt đối là rất khó khăn.

Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, đánh giá có thể đầy đủ. Thông tin cho trong 6.2.2 và 6.2.3 nhằm giúp việc đánh giá độ tăng nhiệt và các giới hạn dòng điện, nghĩa là phụ tải điện. Thông tin này dựa trên các phép đo và kinh nghiệm nhưng cần phải lưu ý rằng các thông tin này và ứng dụng của nó trong việc đánh giá nhiệt độ hoặc các giới hạn dòng điện nhất thiết bao hàm các giả định, các khái quát hóa và đơn giản hóa dẫn đến thiếu chính xác.

Nếu đánh giá là không đủ, nghĩa là khả năng mang dòng là đáng kể hoặc nếu có nguy hiểm của những điểm nóng, thì khả năng mang dòng phải được xác định bằng cách đo độ tăng nhiệt của đường dẫn có tải. Phải lưu ý thực hiện ở các điều kiện làm việc (điện và môi trường xung quanh) khắc nghiệt và sử dụng tấm mạch in lắp ráp hoàn chỉnh và đủ tải.

## 6.2.2 Dòng điện liên tục

### 6.2.2.1 Tiêu tán nhiệt trên các lớp đơn bên ngoài

Các biểu đồ sau đây trợ giúp trong việc đánh giá độ tăng nhiệt theo dòng điện đối với các loại đường dẫn có chiều rộng khác nhau và chiều dày đường dẫn thông dụng nhất. Các biểu đồ này áp dụng cho tấm mạch in một mặt có chiều dày danh nghĩa từ 1,6 mm (0,063 in) đến 3,2 mm (0,125 in) sử dụng đồng làm vật liệu dẫn. Lớp mạ bổ sung, như niken, vàng hoặc thiếc, không xét đến.

Giả thiết rằng ở điều kiện thiết kế thông thường, khoảng cách đường dẫn lớn hơn hoặc bằng chiều rộng đường dẫn. Giả thiết rằng ở điều kiện lắp đặt thông thường, tấm mạch in ở vị trí thẳng đứng, không bị bịt kín hoặc có ô giữ nhiệt khác, không có làm lạnh cưỡng bức.

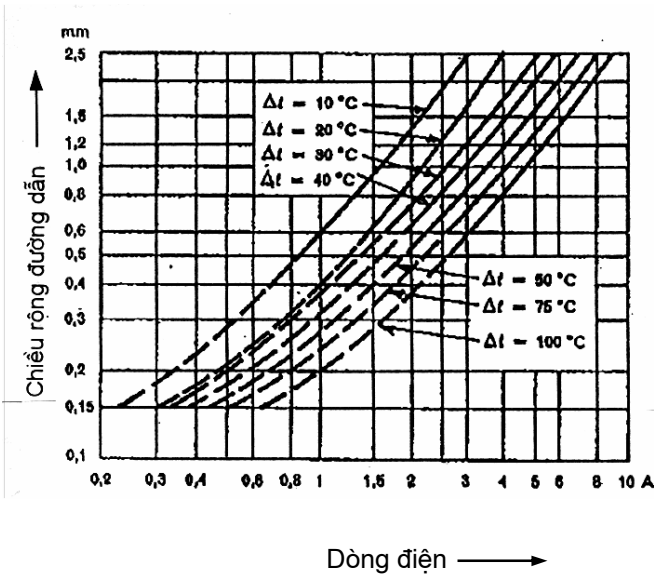
Các đường cong trên biểu đồ đã có 10% suy giảm để cho phép các biến thiên thông thường trong qui trình, biến thiên chiều dày lớp đồng và chiều rộng đường dẫn. Đường cong biểu diễn cho chiều dày đường dẫn đến 105  $\mu\text{m}$  (0,004 in) có kể đến suy giảm là 15%.

Nên sử dụng giá trị suy giảm 15%:

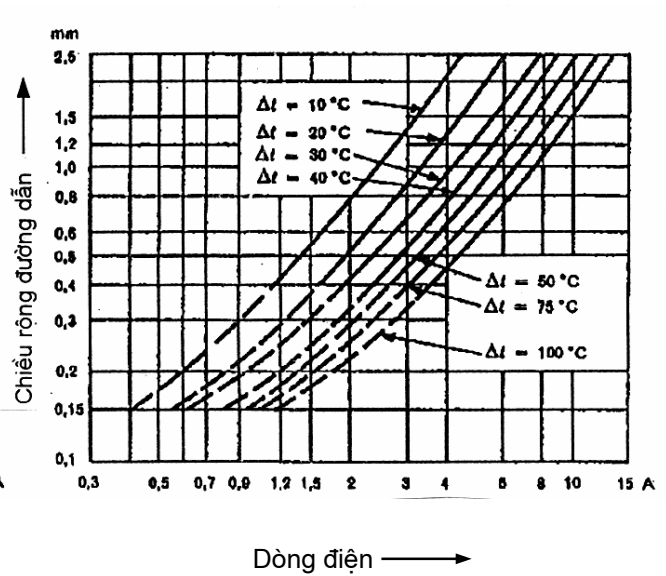
- a) với tấm mạch in có chiều dày từ 0,5 mm (0,020 in) đến 1,5 mm (0,059 in);
- b) nếu sử dụng lớp phủ thích hợp;
- c) nếu khoảng cách đường dẫn nhỏ hơn chiều rộng đường dẫn.

Đối với nhóm các đường dẫn song song tương tự nhau, nếu đặt gần nhau và chịu dòng điện gần bằng nhau thì độ tăng nhiệt có thể tìm được bằng cách cộng dồn chiều rộng đường dẫn và dòng điện.

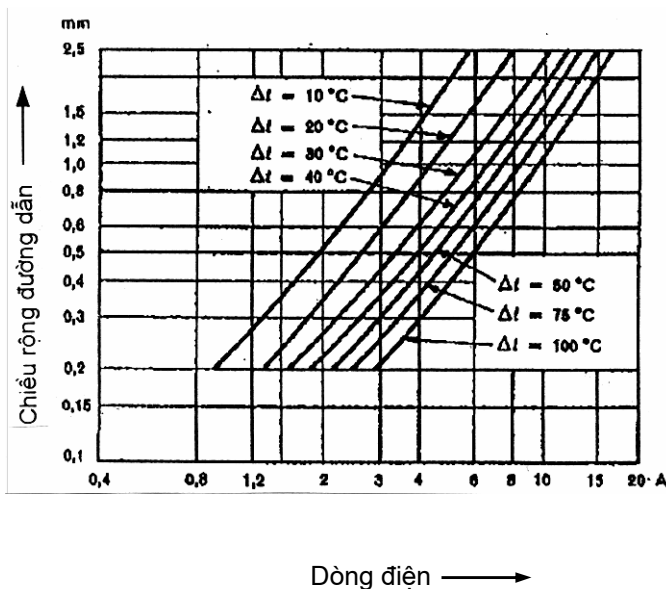
Nếu đường dẫn được mạ đồng thì chiều dày lớp mạ được cộng thêm vào chiều dày lá đồng và có thể đánh giá khả năng mang dòng bằng cách nội suy giữa các đường cong đối với chiều dày đường dẫn nhỏ hơn và lớn hơn tiếp theo.



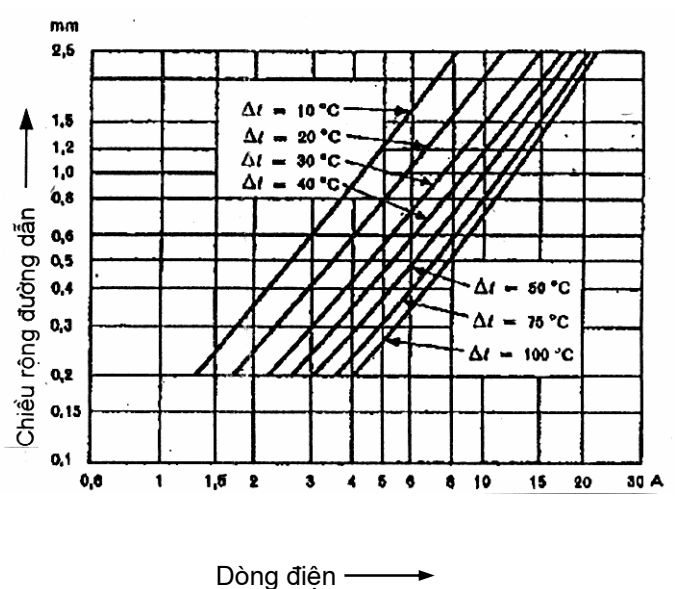
Chiều dày đường dẫn 18 μm



Chiều dày đường dẫn 35 μm



Chiều dày đường dẫn 70 μm



Chiều dày đường dẫn 105 μm

6.2.2.2 Tiêu tán nhiệt ở hai hoặc nhiều lớp

Việc xác định độ tăng nhiệt của đường dẫn trên hoặc trong tấm mạch in hai mặt hoặc tấm mạch in nhiều lớp phức tạp hơn nhiều so với trường hợp tấm mạch in một mặt do sự phụ thuộc và ảnh hưởng lẫn nhau rất nhiều của các đường dẫn, tiêu tán nhiệt bên trong và dẫn nhiệt giữa các lớp khác nhau. Để xác định chính xác độ tăng nhiệt và phân bố nhiệt độ, cần thực hiện việc đo hoặc tính toán trong đó việc tính toán bao hàm việc áp dụng các qui trình chính xác nhưng phức tạp như nêu trong các tài liệu kỹ thuật. Cả hai cách đều rất đắt. Vì thế, thích hợp hơn cả là đánh giá sơ bộ xem có cần đo hoặc tính toán chính xác hay không.

Để đánh giá sơ bộ độ tăng nhiệt của đường dẫn trên hoặc trong tấm mạch in hai mặt hoặc nhiều lớp, có thể áp dụng qui trình sau đây:



- đánh giá độ tăng nhiệt sử dụng phương pháp A mô tả trong điểm a);
- ngoài ra, đánh giá độ tăng nhiệt sử dụng phương pháp B mô tả trong điểm b).

Nếu độ tăng nhiệt được đánh giá bằng một trong những phương pháp này dẫn đến nhiệt độ tổng gần bằng hoặc vượt quá nhiệt độ làm việc cho phép lớn nhất, thì độ tăng nhiệt thực sự của đường dẫn có tải phải được xác định bằng cách đo. Phải lưu ý thực hiện ở các điều kiện làm việc (điện và môi trường xung quanh) khắc nghiệt và sử dụng tấm mạch in lắp ráp hoàn chỉnh và đủ tải.

a) Phương pháp A

Độ tăng nhiệt được đánh giá bằng cách:

- trước tiên, đánh giá độ tăng nhiệt của mỗi lớp riêng biệt phù hợp với 6.2.2.1 nhưng không áp dụng giá trị suy giảm bổ sung được khuyến cáo đối với chênh lệch chiều dày tấm mạch in, lớp phủ và khoảng cách đường dẫn nhỏ hơn;
- sau đó, đánh giá độ tăng nhiệt tổng bằng cách cộng thêm độ tăng nhiệt của các lớp riêng biệt.

Việc này thể hiện đánh giá độ tăng nhiệt tổng của đường dẫn nóng nhất bao gồm hiệu ứng nhiệt của tất cả các đường dẫn lên tất cả các lớp khác.

Ngoài các giả thiết ở 6.2.2.1, thiết lập các giả thiết sau:

- tất cả các lớp dẫn được mang tải đồng thời bằng dòng điện liên tục riêng biệt của chúng;
- đạt được cân bằng nhiệt;
- các yếu tố như chiều dày tấm mạch in, v.v.. tác động đến việc tỏa nhiệt được bỏ qua;
- không có “điểm nóng” thực sự, phân bố nhiệt độ gần như đồng đều.

b) Phương pháp B

Độ tăng nhiệt được đánh giá bằng công thức sau:

$$\Delta T = \frac{P}{2 \times L \times W \times \alpha}$$

trong đó

$\Delta T$  - độ tăng nhiệt

P - tiêu tán năng lượng trên diện tích L x W, tính bằng mW

L – chiều dài của vùng đó, tính bằng mm

W – chiều rộng của vùng đó, tính bằng mm

$\alpha$  - hệ số truyền nhiệt biểu kiến từ bề mặt tấm mạch in ra không khí, tính bằng mW/mm<sup>2</sup> x °C

Với diện tích L x W, phải chọn diện tích tối hạn, nghĩa là vùng của tấm mạch in trong đó có mức tiêu tán năng lượng cao nhất.

Nếu bề mặt của tấm mạch in có nhiệt độ xấp xỉ bằng nhiệt độ bề mặt liền kề tấm mạch in, thì hiệu ứng bức xạ có thể bỏ qua và có thể sử dụng hệ số  $\alpha = 0,006$  mW/mm<sup>2</sup> x °C.

Nếu nhiệt độ của bề mặt liên kế thấp hơn nhiệt độ của tấm mạch in thì hệ số truyền nhiệt sẽ cao hơn tùy thuộc vào hệ số bức xạ của bề mặt tấm mạch in, tùy thuộc vào chênh lệch nhiệt độ giữa tấm mạch in và các bề mặt liên kế so với nhiệt độ tuyệt đối của cả tấm mạch in và các bề mặt liên kế. Trên thực tế giá trị  $\alpha$  tìm được là từ 0,008 đến 0,018 mW/mm<sup>2</sup> x °C.

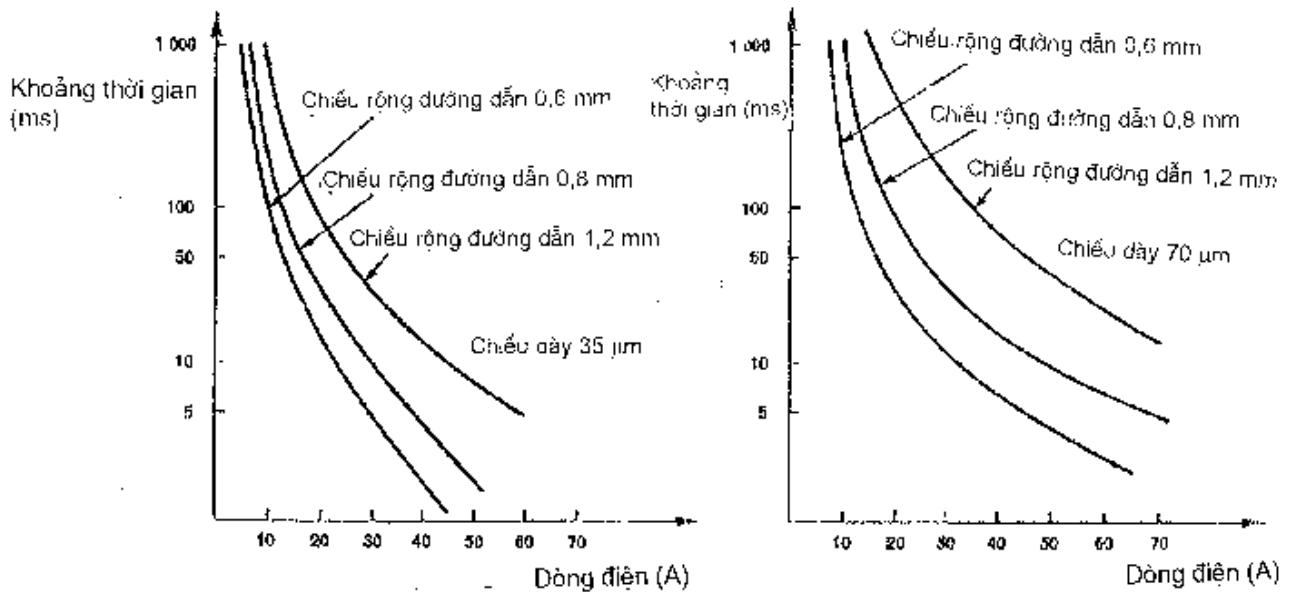
Ngoài các giả thiết ở 6.2.2.1, áp dụng thêm các giả thiết liệt kê ở 6.2.2.2 a).

### 6.2.3 Quá dòng điện

Độ tăng nhiệt của đường dẫn trên tấm mạch in do dòng điện phụ thuộc vào điện trở đường dẫn, độ lớn và khoảng thời gian đặt dòng điện và điều kiện làm lạnh mà điều kiện này cũng bị ảnh hưởng bởi loại vật liệu nền.

Quá tải đường dẫn không chỉ ảnh hưởng trực tiếp đến kết dính giữa đường dẫn và vật liệu nền bằng tác dụng của hơi nóng và nhiệt độ, mà dòng ngắn mạch cao và giãn nở nhiệt cũng là lực cơ học đáng kể.

Các đường cong sau đây cung cấp thông tin. Chúng dùng để giúp đánh giá dòng ngắn mạch cho phép và khoảng thời gian kết hợp ba chiều rộng đường dẫn và hai chiều dày đường dẫn.



## 6.3 Điện trở cách điện

### 6.3.1 Điện trở cách điện trên lớp bề mặt

Điện trở cách điện phụ thuộc vào hình dạng phần dẫn liên quan của dạng dẫn, vật liệu nền và qui trình sử dụng cũng như điều kiện xung quanh như nhiệt độ, độ ẩm và nhiễm bẩn bề mặt.

Giả sử rằng các qui trình trình thích hợp được sử dụng và bề mặt của tấm mạch in không bị bẩn, điện trở cách điện giữa một cặp đường dẫn đặt cố định trên một độ dài thích hợp có thể được tính từ công thức sau:

$$R_{is} = 160 \times R_{mat} \times \left( \frac{W}{l} \right)$$

trong đó

$R_{is}$  - điện trở cách điện nhỏ nhất có thể đạt được giữa các đường dẫn đã chọn

$R_{mat}$  - điện trở cách điện nhỏ nhất qui định trong IEC 249-2 đối với vật liệu ở nhiệt độ qui định

$w$  – khoảng cách giữa các đường dẫn

$l$  – độ dài của các đường dẫn song song.

Chú thích – Trong IEC 249,  $R_{mat}$  được gọi là “điện trở bề mặt” (xem 2.2 của IEC 249-1).

Nếu khoảng cách  $w$  không đồng đều trong thiết kế, thì giá trị trung bình đối với  $w/l$  có thể được tính từ công thức sau:

$$\frac{1}{w/l} = \frac{1}{w_1/l_1} = \frac{1}{w_2/l_2} + \dots + \frac{1}{w_n/l_n}$$

Phần mẫu số biểu thị chiều dài ngắn từ  $l_1 \dots l_n$  với khoảng cách danh nghĩa biến thiên từ  $w_1 \dots w_n$ .

Cần lưu ý là các giá trị điện trở tính được ở đây là các giá trị điện trở của vật liệu. Vì nhiều ảnh hưởng, ví dụ như lớp mạ, quá trình hàn, nhiễm bẩn, bụi, điều kiện làm việc, v.v... nên tấm mạch in sử dụng trong tấm mạch in lắp ráp sẽ có giá trị điện trở thấp hơn. Trên thực tế có thể tìm được giá trị thấp hơn từ  $10$  đến  $10^3$  lần giá trị tính được theo 6.3.1, thậm chí ở điều kiện khí quyển tiêu chuẩn. Các giá trị này thậm chí có thể thấp hơn rất nhiều ở điều kiện làm việc khắc nghiệt.

Nếu tấm mạch in nhiều lớp hoặc tấm mạch in hai mặt sử dụng mối nối xuyên, thì phải cẩn thận tránh, hoặc có tính đến ảnh hưởng của các phần khác có thể được đặt song song của tấm mạch in.

### 6.3.2 Điện trở cách điện trên các lớp bên trong

Vì điện trở cách điện giữa các đường dẫn được chọn trên một lớp bên trong của tấm mạch in nhiều lớp là sự kết hợp của điện trở bề mặt và điện trở khối, nên không thể chỉ ra chính xác sự tương quan với các giá trị qui định trong IEC 249-2 đối với vật liệu nền phủ kim loại.

Điện trở cách điện có thể được đánh giá rất sơ bộ bằng cách sử dụng phương pháp mô tả trong 6.3.1 và không xét đến ảnh hưởng của điện trở khối. Tuy nhiên, nếu giá trị điện trở cách điện này thực sự quan trọng thì phải xác định bằng phép đo.

### 6.3.3 Điện trở cách điện giữa các lớp

Điện trở cách điện giữa các lớp liên kế có thể đánh giá sơ bộ bằng cách sử dụng giá trị điện trở khối như đã cho đối với vật liệu nền ở IEC 249-2. Tuy nhiên, nếu giá trị điện trở cách điện giữa các lớp liên kế thực sự quan trọng thì phải xác định bằng phép đo.

## 6.4 Chịu điện áp

### 6.4.1 Chịu điện áp của lớp bề mặt

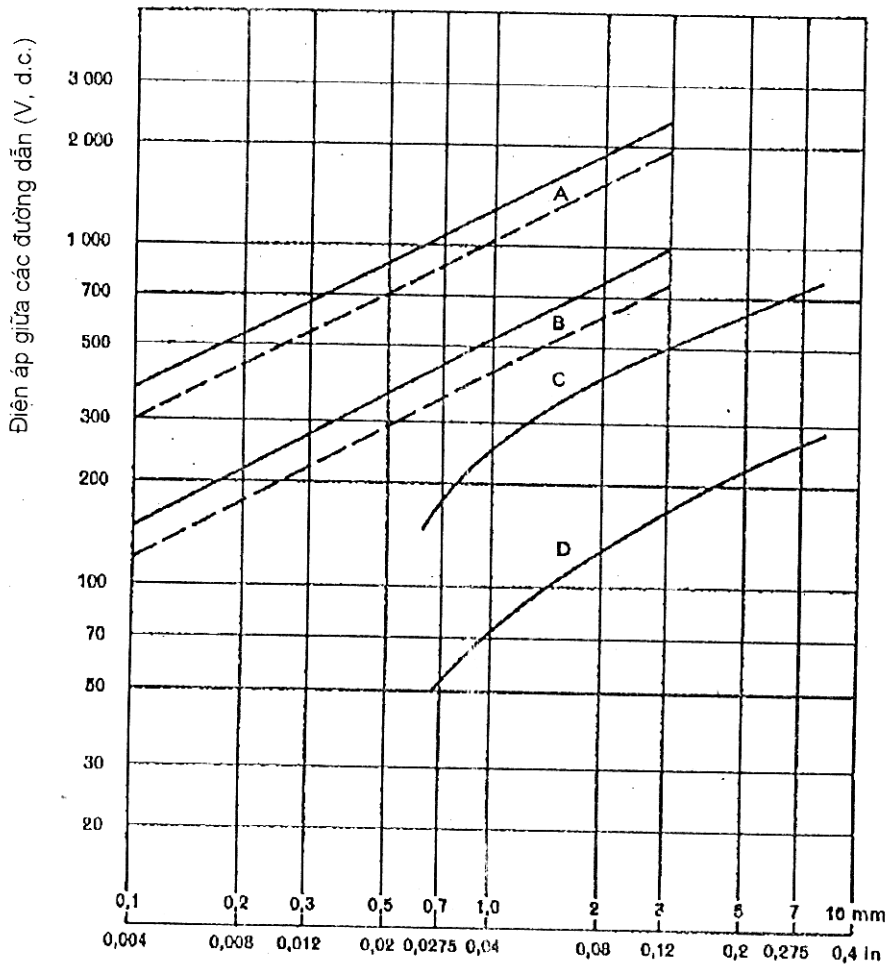
Giá trị điện áp cho phép giữa các đường dẫn phụ thuộc vào sự thay đổi đáng kể của các yếu tố như khoảng cách, loại vật liệu nền, lớp phủ, điều kiện môi trường và cuối cùng nhưng không kém phần quan trọng là ứng dụng hoặc các nguyên tắc an toàn qui định. Do đó không thể đưa ra các yêu cầu áp dụng chung.

Lớp phủ của tấm mạch in có thể ảnh hưởng đến điện áp cho phép giữa các đường dẫn. Lớp mạ phù hợp giúp duy trì chất lượng của tấm mạch in khi nó phải chịu các điều kiện bất lợi như bụi và ẩm.

Không thể đưa ra nguyên tắc chung vì lượng và hướng ảnh hưởng phụ thuộc vào nhiều yếu tố, ví dụ như điều kiện môi trường xung quanh, chiều dày và vật liệu làm lớp phủ.

Nếu tấm mạch in được sử dụng ở các thiết bị có yêu cầu an toàn nào đó, ví dụ như trong TCVN 6385-1998 (IEC 65), thì cần tuân thủ các nguyên tắc đối với điện áp và khoảng cách liên kết nêu trong đó.

Trong trường hợp không qui định các nguyên tắc an toàn cụ thể và không có kinh nghiệm đặc biệt, thì tham khảo biểu đồ sau đây.



Khoảng cách giữa các đường dẫn

Điện áp theo khoảng cách giữa các đường dẫn

Đường cong A: điện áp phóng điện cục bộ (đo theo thử nghiệm 4b của IEC 512-2)	} không phủ, sợi thủy tinh dệt epoxit, không bắt bụi ————— trong nhà, độ cao đến 1 000 m so với mặt biển ----- ngoài trời, nhưng đóng hộp, độ cao đến 1 000 m so với mặt biển	} Đường cong này đã được sử dụng trong nhiều năm cho kết quả tốt trong dải rộng các khoảng cách đường dẫn
Đường cong B: điện áp làm việc trong đó hệ số suy giảm thích hợp là 2,5		
Đường cong C: điện áp làm việc trong đó hệ số suy giảm thích hợp xấp xỉ 5	} không phủ, độ cao đến và bằng 3 000 m (10 000 ft) so với mặt biển	
Đường cong D: điện áp làm việc trong đó hệ số suy giảm thích hợp khoảng 11	} không phủ, độ cao đến và bằng 15 000 m (50 000 ft) so với mặt biển	

Chú thích – Đối với khoảng cách trên 8 mm (0,315 in), quan hệ giữa điện áp và khoảng cách phải được xác định cho từng trường hợp.

#### 6.4.2 Chịu điện áp giữa các lớp

Điện áp cho phép giữa các lớp liên kế phụ thuộc vào chiều dày và độ bền điện môi của lớp cách điện và có thể được tính trực tiếp từ giá trị qui định đối với vật liệu cách điện.

### 6.5 Các đặc tính điện khác

Trong một số trường hợp đặc biệt, các đặc tính điện khác, như điện dung, trở kháng mạch, trôi tần số, v.v... có thể quan trọng.

Điện dung giữa các lớp của tấm mạch in nhiều lớp sẽ cao hơn điện dung giữa các lớp của tấm mạch in hai mặt vì lớp tách biệt có thể mỏng bằng 10% của tấm mạch in hai mặt 1,6 mm. Nhà thiết kế cần tính đến nguy cơ tăng tiếng ồn và quá dòng điện. Tuy nhiên, điện dung tăng lên giữa các lớp tín hiệu và nguồn với các lớp đáy thường làm giảm nhiễu.

Các đường dẫn bên trong, được làm kín, không thể tiêu tán nhiệt dễ dàng như các đường dẫn trên bề mặt. Hướng dẫn thiết kế cho trong 6.2.1.

Tiêu chuẩn chung không thích hợp để khái quát toàn bộ các đặc tính có thể. Tuy nhiên, nhà thiết kế cần lưu ý mọi khả năng có thể khi thiết kế tấm mạch in cụ thể.

## 7 Đặc tính cơ

### 7.1 Độ kết dính của dạng dẫn

#### 7.1.1 Độ bền bong tróc của đường dẫn

Độ kết dính của đường dẫn vào vật liệu nền phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, như chiều rộng đường dẫn, nhiệt độ, vật liệu nền phủ kim loại, các qui trình, các lớp phủ, ứng suất nhiệt trước, ví dụ do quá trình hàn, v.v...

Độ kết dính của đường dẫn thường biểu thị bằng độ bền bong tróc, nghĩa là lực yêu cầu trên một đơn vị chiều rộng để đường dẫn bong khỏi vật liệu nền.

Khi vật liệu nền phủ đồng như đề cập trong IEC 249-2 và các qui trình thông thường phù hợp với thực tiễn đang sử dụng, thì giá trị độ bền bong tróc cho trong bảng 6 cần áp dụng với đường dẫn rộng trên 0,8 mm (0,03 in) và ở nhiệt độ môi trường xung quanh bình thường.

**Bảng 6 – Độ bền bong tróc nhỏ nhất**

Vật liệu nền	Độ bền bong tróc nhỏ nhất	
	N/m	N/in
Giấy phenol	0,8	4,5
Giấy epoxit	1,1	6,3
Sợi thủy tinh epoxit	1,1	6,3
Sợi thủy tinh PTFE	Đang xem xét	

Các giá trị ở nhiệt độ tăng cao đang xem xét.

Với các đường dẫn có chiều rộng nhỏ hơn 0,8 mm (0,03 in), giá trị độ bền bong tróc có thể nhỏ hơn đáng kể do ảnh hưởng của các khuyết tật nhỏ ở lớp kết dính.

#### 7.1.2 Độ kết dính của vành khuyên ở các lỗ không phủ kim loại

Độ kết dính của vành khuyên vào vật liệu nền phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, như nhiệt độ, diện tích vành khuyên, vật liệu nền phủ kim loại, các qui trình, lớp phủ, ứng suất nhiệt trước, ví dụ do quá trình hàn, v.v...

Độ kết dính của vành khuyên thường biểu thị bằng độ bền kéo đứt, nghĩa là lực vuông góc với bề mặt tấm mạch in cần thiết để tách vành khuyên khỏi vật liệu nền.

Độ bền kéo đứt thường được qui định đối với đường kính vành khuyên nhất định. Kinh nghiệm cho thấy không có mối tương quan tuyến tính giữa diện tích vành khuyên với lực cần thiết để tách vành khuyên, đặc biệt là với diện tích nhỏ hơn. Sự phi tuyến tính này thường có thể bỏ qua vì độ bền kéo đứt thông thường thu được trên thực tế là theo thứ tự độ lớn của độ bền kéo căng của đường dẫn thường sử dụng đối với đầu nối linh kiện và cao hơn đáng kể các giá trị giới hạn qui định trong IEC 249-2.

Ví dụ:

Đường kính vành khuyên.....	4 mm (0,16 in)
Đường kính lỗ .....	1,3 mm (0,051 in)
Độ bền kéo đứt theo IEC 249-2-1.....	nhỏ nhất là 50 N
Độ bền kéo đứt đạt được trong thực tế .....	trung bình khoảng 150 N
Độ bền kéo căng của dây đồng đường kính 0,8 mm (0,031 in) .....	khoảng 130 N

## TCVN 6611-3 : 2001

Nếu qui định kỹ thuật liên quan qui định thử nghiệm độ bền kéo đứt, thì nên sử dụng thử nghiệm 11a của TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2) sau quá trình hàn lặp lại được mô phỏng bằng thử nghiệm 19d hoặc 19 e của TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2).

### 7.1.3 Độ bền kéo rời, lỗ xuyên phủ kim loại

Một yếu tố quan trọng là độ kết dính của lớp mạ với vách lỗ. Nếu sử dụng lỗ xuyên phủ kim loại có vành khuyên trên một mặt hoặc cả hai mặt của tấm mạch in, thì độ bền kéo rời là cấu thành của:

- độ bền kéo đứt của vành khuyên trên;
- độ bền kéo rời của lớp mạ ở vách lỗ;
- độ bền giữ của vành khuyên ở phía đối diện của tấm mạch in.

Nếu có yêu cầu thông tin về độ kết dính của lớp mạ với vách lỗ thì chỉ cần xét với lỗ xuyên phủ kim loại không có vành khuyên.

Độ bền kéo rời của lỗ xuyên phủ kim loại không có vành khuyên phụ thuộc vào đường kính và độ nhám của vách lỗ và chiều dày của tấm mạch in.

Độ bền kéo rời thường biểu thị bằng lực vuông góc với bề mặt của tấm mạch in cần thiết để tách lớp mạ của lỗ khỏi vật liệu nền.

Lực này kéo dây dẫn đã hàn vào lỗ thử nghiệm.

Độ bền kéo rời thường thu được trên thực tế là theo thứ tự độ lớn của độ bền kéo căng của đường dẫn thường dùng để nối linh kiện.

Ví dụ:

Chiều dày tấm ..... 1,6 mm (0,063 in)

Đường kính lỗ ..... 1,3 mm (0,051 in)

Độ bền kéo rời đạt được trong thực tế khi sử dụng thử nghiệm 11b của

TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2) sau một chu kỳ của thử nghiệm 19d..... trung bình khoảng 200 N

Độ bền kéo căng của dây đồng đường kính 0,8 mm (0,031 in) ..... khoảng 130 N.

Nếu qui định kỹ thuật liên quan qui định thử nghiệm độ bền kéo rời, thì nên sử dụng thử nghiệm 11b của TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2) sau quá trình hàn lặp lại được mô phỏng bằng thử nghiệm 19d hoặc 19 e của TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2).

### 7.1.4 Uốn tấm mạch in uốn được

Số lượng vùng uốn cần giữ ở mức ít nhất. Các lỗ xuyên phủ kim loại và vùng lắp đặt linh kiện không được đặt ở vùng uốn. Đường dẫn vừa không bị biến dạng dẻo, vừa không bị đổi hướng theo đường gấp. Đường dẫn cần ở gần và xoay quanh đường gấp chéo.

Bán kính uốn càng rộng càng tốt. Bán kính uốn cho phép phụ thuộc vào chiều dày đường dẫn, chiều dày vật liệu nền, và kích thước tổng của tấm mạch in uốn được hoàn chỉnh.

Khi có thể, đường dẫn cần được đặt ở trục trung hòa của kết cấu tấm mạch in uốn được.

## 7.2 Độ phẳng

Độ phẳng của tấm mạch in là quan trọng cho lắp ráp tấm mạch in, nghĩa là tấm mạch in có lắp các linh kiện và hàn hoàn chỉnh. Sai lệch độ phẳng quá mức có thể gây khó khăn, ví dụ:

- làm giảm khoảng trống, trong đó tấm mạch in được lắp đặt song song với tấm khác hoặc với các phần chắn;
- gây khó khăn hoặc thậm chí làm cho không thể gài vào các thanh dẫn hẹp;
- đặt tải cơ khí lên linh kiện và các mối hàn (gây nguy cơ bị bong sau thời gian nhất định).

Nếu cần, đặc biệt với tấm mạch in lớn, cần thực hiện biện pháp dự phòng để ngăn ngừa sai lệch độ phẳng quá mức, ví dụ bằng cách sử dụng phương tiện gia cố hoặc tăng cứng. Vì việc hàn ảnh hưởng đến độ phẳng, nên phương tiện tăng cứng nên được lắp đặt trước khi lắp đặt và hàn linh kiện.

Độ phẳng của tấm mạch in phụ thuộc vào nhiều yếu tố, ví dụ như vật liệu sử dụng, qui trình chế tạo, dạng lỗ, dạng dẫn (thông thường, phân bố kim loại đồng đều sẽ cho độ phẳng tốt hơn), kích thước và loại tấm mạch in. Do đó, không có mối tương quan trực tiếp giữa sai lệch độ phẳng của:

- vật liệu nền phủ kim loại;
- tấm mạch in;
- tấm mạch in lắp ráp (linh kiện được lắp đặt và được hàn).

Nếu cần, có thể thử nghiệm sai lệch độ phẳng của tấm mạch in bằng cách sử dụng thử nghiệm 12a của TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2).

Đối với tấm mạch in có phần cứng và phần uốn được, yêu cầu độ phẳng chỉ cần áp dụng với các đoạn cứng của tấm mạch in. Không nên áp dụng với các đoạn uốn được của tấm mạch in có phần cứng và phần uốn được hoặc với tấm mạch in uốn được.

## 8 Các đặc tính khác

### 8.1 Hàn

Khi hàn hàng loạt trong trường hợp tổng quát, bề mặt kim loại ở phía hàn của tấm mạch in không được bảo vệ bằng lớp kháng hàn sẽ được phủ chất hàn.

Một số cách bố trí dạng dẫn khi hàn hàng loạt cho kết quả tốt hơn các bố trí khác (ví dụ ít bị bắc cầu chất hàn). Ví dụ được chỉ ra trên hình 6.

Nếu không sử dụng lớp kháng hàn, thì cần thiết lập khoảng cách nhỏ nhất thích hợp giữa các đường dẫn liên kế và cấu hình đường dẫn tương ứng với hướng hàn để tránh bắc cầu chất hàn.



Việc sử dụng lớp kháng hàn cho phép khoảng cách giữa các đường dẫn ngắn hơn, và hướng hàn, tương ứng với các đường dẫn, trở nên ít quan trọng miễn là các đường dẫn được phủ đủ chất kháng hàn (nghĩa là phủ ít nhất là đến một phía liền kề của đường dẫn liền kề).

Chú thích – Nếu sử dụng lớp kháng hàn trên diện tích dẫn lớn không được chia ra, có thể xảy ra hiện tượng bong.

Để tránh hiệu ứng thấp nhiệt và giảm ứng suất cơ, phải chia vùng dẫn rộng bằng các đường chéo song song.

Nếu tấm mạch in có lỗ xuyên phủ kim loại gồm nhiều hơn một lớp dẫn, dòng chất hàn trong lỗ xuyên phủ kim loại sẽ bị ảnh hưởng bất lợi do lượng kim loại trên các lớp khác (lớp bên trong, lớp linh kiện hoặc cả hai) đóng vai trò như cánh tản nhiệt.

Nếu yêu cầu các mối hàn trên vùng dẫn rộng, thì những vùng này cũng cần phải chia ra, ví dụ bằng các đường chéo song song. Cần đưa vách chắn nhiệt vào giữa các vành khuyên và vùng dẫn lớn, ví dụ bằng cách chia chúng thành các đường dẫn nhỏ là cần thiết để đảm bảo tính liên tục về điện (ví dụ, xem hình 7).

Quan hệ giữa đường kính lỗ và các kích thước mặt cắt của chân linh kiện là quan trọng.

Theo quan điểm chế tạo, mong muốn cỡ lỗ và dung sai là tiêu chuẩn.

Đường kính lỗ phải lớn hơn đường kính hoặc đường chéo chân linh kiện nhưng khoảng hở tối ưu sẽ thỏa thuận tùy thuộc vào các yếu tố khác, ví dụ:

- để cắm dễ dàng (đặc biệt khi cắm tự động), khoảng hở càng lớn càng tốt;
- mối hàn tốt với lỗ không phủ kim loại, khoảng hở càng nhỏ càng tốt, và với lỗ xuyên phủ kim loại yêu cầu điều chỉnh được khoảng hở.

Chú thích

1) Lỗ xuyên phủ kim loại:

- nếu sử dụng chân cắm tròn, thì chênh lệch giữa đường kính lỗ và chân cắm từ 0,2 mm đến 0,7 mm là tốt, ngược lại chênh lệch đường kính nhỏ hơn 0,2 mm hoặc lớn hơn 1 mm dẫn đến khó khăn trong việc cắm và hàn;
- nếu sử dụng chân cắm chữ nhật, thì chênh lệch đường kính lỗ và đường chéo chân cắm lớn hơn 0,2 mm và chênh lệch giữa đường kính lỗ và chiều dày chân cắm không vượt quá 0,7 mm là tốt.

2) Lỗ xuyên phủ kim loại và lỗ không phủ kim loại:

- nếu chân cắm chữ nhật mỏng có tỷ lệ chiều rộng trên chiều dày rất lớn khi hàn vào lỗ tròn không phủ kim loại hoặc lỗ xuyên phủ kim loại, có thể dẫn đến mối hàn không hoàn chỉnh do khoảng trống khác nhau về chiều dọc và chiều ngang chân cắm. Khả năng hàn có thể được cải thiện bằng cách sử dụng chân cắm chữ nhật mỏng có hình chữ V.

Khả năng hàn của tấm mạch in cũng phụ thuộc vào loại lớp mạ bề mặt và bị suy giảm do các điều kiện lưu kho bất lợi. Với bề mặt đồng trần, thường áp dụng lớp phủ bảo vệ tạm thời.

Thường thì toàn bộ bề mặt dạng dẫn được phủ lớp chì-thiếc hoặc thiếc để duy trì khả năng hàn, và khả năng hàn lâu dài của chì-thiếc có thể được cải thiện bằng cách làm chảy chúng (xem thêm 3.2.1 c)).

Khi bao gói tấm mạch in, cần chú ý tránh làm bẩn dẫn đến giảm khả năng hàn.

Nếu tấm mạch in được lưu kho trước khi hàn, thì các điều kiện bảo quản, như là nhiệt độ, độ ẩm, ô nhiễm không khí và thời gian lưu kho, sẽ ảnh hưởng đến khả năng hàn. Khi tiến hành các thử nghiệm khả năng hàn, ảnh hưởng của việc bảo quản có thể được mô phỏng bằng quá trình lão hóa gia tốc.

Cần đặc biệt chú ý bảo vệ các tiếp điểm ở mép tấm mạch in trong tất cả các bước chế tạo, lắp ráp và vận chuyển.

Việc hàn có thể thực hiện bằng cách sử dụng chất trợ dung hoạt tính hoặc trung tính. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng, trong nhiều lĩnh vực áp dụng, không cho phép dùng chất trợ dung hoạt tính, và việc sử dụng chất trợ dung trung tính được qui định bởi người sử dụng thiết bị chứa tấm mạch in. Trong trường hợp này, chất trợ dung trung tính cũng được sử dụng khi thử nghiệm khả năng hàn.

Nếu dạng dẫn được phủ bằng vật liệu chảy, thì khi hàn hàng loạt có thể phát sinh vấn đề với các chữ khắc và lớp phủ bảo vệ chất kháng hàn.

## 8.2 Tách lớp

Sau sốc nhiệt, ví dụ do hàn, tấm mạch in có thể bị tách lớp.

Tách lớp có thể xảy ra do gia công hoặc vật liệu không thích hợp. Để xác định rằng đã gia công chính xác và sử dụng nguyên liệu thích hợp bằng cách chứng tỏ khả năng tấm mạch in chịu được sốc nhiệt qui định mà không bị tách lớp, xem qui định ở thử nghiệm 15a của TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2).

Tách lớp cũng có thể xảy ra do hút ẩm. Vì vậy, cần làm khô tấm mạch in (ví dụ bằng việc áp dụng thử nghiệm 18b của TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2)) trước khi hàn.

Bạc màu hoặc hạt nhựa dọc theo mép của tấm mạch in uốn được không coi là bị tách lớp.

## 8.3 Khả năng bắt cháy

### 8.3.1 Qui định chung

Tấm mạch in và tấm mạch in lắp ráp cần được thiết kế và chọn vật liệu, linh kiện để giảm thiểu khả năng bị cháy trong trường hợp sử dụng không bình thường, sự cố, rò hoặc hỏng hóc dự đoán được. Mục đích là ngăn chặn đánh lửa do phần hoạt động bằng điện của tấm mạch in hoặc tấm mạch in lắp ráp, nhưng nếu xảy ra đánh lửa hoặc cháy, thì phải kiểm soát được ngọn lửa, tốt nhất là hạn chế và ngăn lại trong phạm vi tấm mạch in hoặc tấm mạch in lắp ráp.

Thông tin hướng dẫn chung, xem IEC 695-1-1.

### 8.3.2 Khái niệm nguy hiểm

Cần cẩn thận để giảm tới mức thấp nhất nguy cơ tấm mạch in có thể:

- gây cháy do phóng điện trên hoặc trong tấm mạch in (ví dụ do đường dẫn bị quá nhiệt hoặc do phóng điện đánh thủng và hồ quang kế tiếp hoặc phóng điện bề mặt giữa các đường dẫn)

và/hoặc

- làm tăng sự cháy của linh kiện lắp đặt trên tấm mạch in hoặc của linh kiện, tấm mạch in hoặc vật liệu cách điện đặt gần tấm mạch in hoặc tấm mạch in lắp ráp

hoặc

- góp phần truyền lửa hoặc làm lửa lan rộng.

Các hiện tượng bất thường bên ngoài, như việc xảy ra cháy lớn xung quanh hoặc sử dụng sai có chủ ý tấm mạch in hoặc tấm mạch in lắp ráp trái với chỉ dẫn vận hành và điều kiện sử dụng thường không được coi là cơ sở cho các yêu cầu nguy hiểm cháy.

Cần xem xét các hiệu ứng phụ, như

- tàn lửa hoặc chảy vật liệu dẫn đến cháy các phần khác;
- khí dễ cháy bốc ra từ tấm mạch in có thể tự bốc lửa hoặc do các tàn lửa khi tập trung sẽ dễ cháy trong không khí, dẫn đến cháy các phần khác;
- sự phát thải khói hoặc hơi độc hoặc ăn mòn khi tấm mạch in cháy hoặc được đặt ở điểm có năng lượng đốt nóng đủ để xảy ra phát thải. Sự phát thải như vậy có thể nguy hiểm hơn cả cháy.

Chú thích – IEC và ISO đang xem xét phương pháp thử nghiệm liên quan.

### 8.3.3 Các khía cạnh liên quan đến rủi ro cháy trong thiết kế tấm mạch in

Các khía cạnh sau đây chỉ liên quan đến tấm mạch in (như xác định trong IEC 194) và vai trò của chúng trong tình huống cháy. Các linh kiện lắp đặt trên tấm mạch in chỉ được xem là nguồn có khả năng bốc cháy. Không tính đến tác động lẫn nhau giữa các linh kiện này trong tình huống cháy, ví dụ như đánh lửa sang nhau và góp phần làm truyền và làm tăng sự cháy. Hướng dẫn để chọn linh kiện liên quan đến rủi ro cháy, xem IEC 695-1-1.

Việc chọn biện pháp để loại trừ hoặc giảm thiểu rủi ro cháy là do người kỹ sư chịu trách nhiệm thiết kế và xây dựng tấm mạch in. Người kỹ sư phải xét tất cả các khía cạnh và các ảnh hưởng lên tấm mạch in và từ tấm mạch in. Thông tin sau đây dựa trên kinh nghiệm chế tạo và chỉ để hướng dẫn.

#### 8.3.3.1 Tính an toàn vốn có

Tấm mạch in không thể bị cháy nếu có hai điều kiện ưu thế sau đây:

- năng lượng điện sẵn có không đủ để gây hồ quang hoặc quá nhiệt của đường dẫn hoặc linh kiện lắp đặt trên tấm mạch in. Đây có thể là trạng thái tự nhiên trong đó năng lượng luôn đủ thấp, nhưng nó cũng có thể đạt được bằng cách tự động giới hạn dòng điện ở điều kiện rò (ví dụ bằng trở kháng nguồn điện cao) có thời gian trễ đủ ngắn để ngăn làm nóng quá mức, và

- việc cháy tấm mạch in hoặc tấm mạch in lắp ráp do các nguồn cháy bên ngoài là không thể xảy ra, hoặc do biện pháp thiết kế, ví dụ có tấm chắn, hoặc do không có nguồn cháy bên ngoài.

### 8.3.3.2 Độ an toàn khống chế được

Ảnh hưởng của cháy có thể được khống chế ở các điều kiện nhất định, ví dụ:

- tấm mạch in hoặc tấm mạch in lắp ráp được bọc bảo vệ sao cho:
  - a) vỏ bọc bảo vệ không thể bắt lửa;
  - b) ngọn lửa từ nguồn cháy bên ngoài không thể xuyên qua vỏ bọc bảo vệ và chạm tới tấm mạch in;
  - c) ngọn lửa từ tấm mạch in cháy bên trong lớp bọc bảo vệ không thể thoát ra, và vì thế, không thể gây cháy bên ngoài vỏ bọc bảo vệ;
  - d) nhiệt lượng bên trong vỏ bọc bảo vệ do tấm mạch in lắp ráp cháy không đủ để làm nóng vỏ bọc bảo vệ tới mức nó có thể trở thành nguồn cháy;
- tấm mạch in hoặc tấm mạch in lắp ráp là một phần của hệ thống trong đó lửa được khống chế bằng các đặc điểm tự động dập lửa;
- sự truyền lửa được khống chế đủ, hiệu quả và được giữ ở mức không có hại, ví dụ bằng các rào cản thích hợp cùng với các hướng xác định trước;
- lượng vật liệu của tấm mạch in hoặc tấm mạch in lắp ráp đủ nhỏ sao cho nhiệt lượng khi cháy và thời gian cháy giữ ở mức không có hại.

### 8.3.3.3 An toàn từ việc chọn vật liệu nền

Có thể đảm bảo rằng việc cháy tấm mạch in được giữ trong phạm vi giới hạn là không có hại bằng cách chọn vật liệu nền phù hợp, có khả năng bắt cháy qui định. Xem IEC 249-2.

### 8.3.3.4 An toàn từ các đặc trưng thiết kế

Có thể đạt được độ an toàn từ các đặc trưng thiết kế hiệu quả, không phụ thuộc vào đặc tính khả năng bốc cháy của vật liệu nền sử dụng cho tấm mạch in. Ví dụ về các đặc trưng thiết kế đó là:

- sử dụng khoảng cách giữa các đường dẫn liền kề và giữa đường dẫn với phần dẫn bên ngoài của tấm mạch in (ví dụ thanh dẫn) đủ lớn để tránh phóng điện đánh thủng hoặc ngắn mạch;
- sử dụng chiều rộng đường dẫn lớn hơn mức cần thiết để đáp ứng yêu cầu khả năng mang dòng;
- bảo vệ mạch điện trên tấm mạch in bằng các cầu chảy có khả năng ngắt mạch trong trường hợp sai lỗi trước khi phát nhiệt có thể làm cháy tấm mạch in. Thuật ngữ “cầu chảy” dùng theo nghĩa thông thường và dùng với các mạch điện có chức năng tương tự;
- chọn linh kiện tự rơi làm hở mạch ở điều kiện quá tải;
- để khoảng cách đủ lớn giữa tấm mạch in và linh kiện quan trọng, ví dụ điện trở quá tải ở điều kiện sự cố, để ngăn cháy tấm mạch in (ví dụ bằng cách sử dụng các vị trí hàn gián cách);

- bảo vệ tấm mạch in khỏi tiêu tán nhiệt quá mức hoặc cháy do quá nhiệt hoặc cháy linh kiện bằng các tấm chắn nhiệt phù hợp;
- bảo vệ tấm mạch in khỏi ngọn lửa bằng cách lắp đặt hoặc dùng các cơ cấu khác hoạt động như tấm chắn nhiệt, ví dụ dùng thanh dẫn hoặc vòng kẹp cho tấm mạch in nằm trong giá đỡ hoặc giá đỡ phụ bảo vệ mép tấm mạch in chống tiếp xúc với ngọn lửa và cháy;
- bảo vệ tấm mạch in bằng tản nhiệt:
  - a) (các) dạng dẫn, nghĩa là có kim loại trên hoặc trong tấm mạch in đóng vai trò tản nhiệt. Tấm mạch in một mặt hoặc hai mặt có (các) dạng dẫn tạo ra sự phủ kim loại ít nhất 50% trên một mặt hoặc tấm mạch in nhiều lớp có ít nhất bốn lớp dẫn không thể bắt lửa, bất kể sử dụng vật liệu nền nào. Với phân bố kim loại bình thường trên hoặc trong tấm mạch in, có thể xem tản nhiệt là giống nhau trên toàn bộ tấm mạch in.
  - b) nếu sử dụng một bộ phận riêng biệt hoặc linh kiện thích hợp (ví dụ máy biến thế) thì thông thường nó đóng cả vai trò tản nhiệt lẫn tấm chắn, và thường có hiệu quả trong một vùng giới hạn.

#### 8.3.4 Thử nghiệm khả năng bốc cháy

Thông thường các giải pháp theo 8.3.3.1 đến 8.3.3.3, đề cập đến tính an toàn vốn có hoặc khống chế được và việc chọn vật liệu nền thích hợp, không cần phải kiểm tra bằng thử nghiệm tấm mạch in, trong khi thử nghiệm có thể dùng để kiểm tra tính hiệu quả của các biện pháp thiết kế.

Thử nghiệm áp dụng được mô tả là các thử nghiệm 16 của TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2). Thử nghiệm 16b và 16c là thử nghiệm cho tấm mạch in. Chúng không phải là thử nghiệm vật liệu và cần phải chú ý tránh nhầm với thử nghiệm vật liệu. Nếu áp dụng thử nghiệm 16b và 16c thì phải sử dụng tấm mạch in gia công hoàn chỉnh, có tất cả các phần dẫn và phần không dẫn và được lắp đặt như để sử dụng, nghĩa là dùng tất cả các thiết bị lắp đặt (ví dụ thanh dẫn) như trong ứng dụng bình thường.

Mục đích của các thử nghiệm khả năng bốc cháy 16b và 16c là để xác nhận rằng tấm mạch in (hoặc tấm mạch in lắp ráp) có thể sử dụng được ở các điều kiện qui định (điều kiện sự cố) mà không bị cháy hoặc – nếu cháy – không cháy vượt quá các giới hạn qui định. Mục đích của các thử nghiệm này không phải là để làm cháy tấm mạch in bằng các biện pháp có thể và nghiên cứu tác động cháy của nó.

Chú thích – Thử nghiệm 16a là thử nghiệm vật liệu đã sửa đổi và được nêu trong TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2) chỉ nhằm phục vụ cho các quy định kỹ thuật cụ thể hiện hành và đã sử dụng từ nhiều năm. Tốt nhất là không nên sử dụng cho các phát triển mới.

##### 8.3.4.1 Thử nghiệm 16b, thử nghiệm sợi dây nóng đỏ, tấm mạch in cứng

Mục đích của thử nghiệm này là để xác định tình trạng của tấm mạch in khi đặt vào sợi dây nóng đỏ ở các điều kiện qui định. Mức độ tiêu tán nhiệt do sợi dây nóng đỏ tương đương với mức tiêu tán nhiệt do linh kiện đơn quá nhiệt và nóng đỏ, nghĩa là điều kiện thử nghiệm phải chọn sao cho mô phỏng được điện trở quá nhiệt hoặc nóng đỏ.

Trong thử nghiệm, thực tế sợi dây nóng đỏ luôn tiếp xúc trực tiếp với tấm mạch in thử nghiệm trong khi điện trở nóng đỏ không cần phải tiếp xúc với tấm mạch in. Do đó, việc chọn nhiệt độ thử nghiệm được cho trong TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2) để cung cấp:

- các nhiệt độ bề mặt khác nhau của điện trở nóng đỏ mô phỏng tùy theo công suất điện tiêu tán và công suất sẵn có;
- các nhiệt độ bề mặt khác nhau của tấm mạch in do bức xạ nhiệt của điện trở nóng đỏ đặt ở các khoảng cách khác nhau so với tấm mạch in.

Với mục đích của thử nghiệm, vị trí sợi dây nóng đỏ trên tấm mạch in thử nghiệm phải được chọn sao cho nó đại diện cho vị trí của điện trở quan trọng nhất trong sử dụng bình thường. Nếu cần, có thể qui định áp dụng thử nghiệm ở nhiều hơn một vị trí.

#### 8.3.4.2 Thử nghiệm 16c, thử nghiệm ngọn lửa hình kim, tấm mạch in cứng

Mục đích của thử nghiệm này là để xác định tình trạng của tấm mạch in khi đặt vào ngọn lửa hình kim ở các điều kiện qui định. Cường độ của nguồn lửa sử dụng tương đương với của ngọn lửa nhỏ có thể phát sinh từ linh kiện điện đơn cháy. Đây là ngọn lửa “kiểu nến” không có tác dụng phụ của oxy hoặc không khí.

Vì vậy, điều kiện thử nghiệm phải chọn sao cho mô phỏng linh kiện hoặc phần vật liệu cách điện cháy. Trong thực tế, linh kiện cháy hoặc phần vật liệu cách điện cháy có khối lượng giới hạn và, do đó, có khoảng thời gian cháy giới hạn. Dãy các khoảng thời gian áp dụng thử nghiệm ngọn lửa cho trong TCVN 6611-2 : 2001 (IEC 326-2).

Thử nghiệm ngọn lửa có thể áp dụng cho bề mặt hoặc mép của tấm mạch in. Điểm áp dụng thử nghiệm ngọn lửa phải được chọn sao cho đại diện cho vị trí linh kiện hoặc phần quan trọng nhất trên thực tế có thể là nguồn cháy. Cần tính đến các điều kiện phổ biến trong thực tế sử dụng tấm mạch in, ví dụ các tấm chắn nhiệt không được dịch chuyển. Nếu cần, có thể qui định áp dụng thử nghiệm này cho nhiều hơn một vị trí. Tuy nhiên, việc áp dụng nhiều lần thử nghiệm ở một điểm của tấm mạch in không mô phỏng trường hợp thực hành và thực tế.

Nếu sử dụng mẫu thử cắt từ tấm mạch in lớn hơn và cho cháy mép, thì cần lưu ý rằng mép mẫu thử phải nhẵn.

#### 8.3.4.3 Các phương pháp thử nghiệm khác

Thử nghiệm 16b và 16c mô phỏng các điều kiện phổ biến ở phần lớn trường hợp trong thực tế. Thử nghiệm mô phỏng các trường hợp khác về tự cháy hoặc gây cháy, rất hiếm xảy ra, đang được xem xét.

## 9 Bao gói tấm mạch in

### 9.1 Qui định chung

Tấm mạch in phải được bảo vệ bằng bao bì thích hợp để bảo toàn khả năng hàn tốt vốn có.

## **TCVN 6611-3 : 2001**

Bao bì cần có bảo vệ chống ẩm, chống nhiễm bẩn do bốc dỡ và ô nhiễm không khí như ozôn, đioxit lưu huỳnh, hydro sunphua và đioxit nitơ.

Loại bao bì và vật liệu sử dụng phụ thuộc vào khoảng thời gian lưu kho và – nếu biết – mức khắc nghiệt của môi trường lưu kho. Nguyên tắc chung là mức độ bảo vệ càng tốt thì giá bao bì càng cao.

Điều khách hàng rất quan tâm là điều qui định kỹ thuật cần nêu loại bao bì yêu cầu hoặc khoảng thời gian lưu kho có thể. Sai sót trong việc này có thể dẫn đến bao bì không phù hợp và tấm mạch in rất khó hàn ở bước lắp ráp.

Điều quan trọng là vật liệu sử dụng để bao gói tấm mạch in không phải là nguồn gây nhiễm bẩn.

Để hướng dẫn, một số vật liệu thông dụng được liệt kê cùng với thông tin về mức độ bảo vệ và giá cả liên quan.

### **9.2 Vật liệu bao gói**

#### **9.2.1 Giấy lụa không có lưu huỳnh**

Vật liệu này là loại rẻ nhất và chỉ có thể sử dụng nếu biết điều kiện lưu kho tốt và khoảng thời gian lưu kho ngắn.

Chú thích – Cần tính đến đặc tính hút ẩm của giấy và tốt nhất là nên sấy khô trước khi cho vào túi nhựa.

#### **9.2.2 Túi gắn polyetylen**

Polyetylen 0,1 mm (dưỡng đo một phần trăm). Vật liệu này có độ bảo vệ tốt trong khoảng thời gian dài – trên 12 tháng – ở điều kiện lưu kho tốt hoặc không quá bất lợi hoặc trong thời gian ngắn ở điều kiện lưu kho khắc nghiệt.

Polyetylen có thể khuyếch tán và không nên sử dụng ở điều kiện có độ ẩm cao kéo dài. Túi cần được gắn kín, tốt nhất là bằng nhiệt làm nóng chảy. Chi phí có thể thấp vừa phải tùy thuộc vào số lượng tấm mạch in trong một túi.

#### **9.2.3 Túi gắn nhựa ép mỏng**

Vật liệu nhựa ép mỏng đắt hơn vật liệu polyetylen nhưng có ưu điểm là bền hơn và ít bị ảnh hưởng do khuyếch tán. Vật liệu này có độ bảo vệ tốt trong thời gian lưu kho dài ngay cả ở điều kiện bất lợi và độ ẩm cao kéo dài. Ví dụ điển hình của vật liệu này là polyetylen/polyimit và polyeste/polyetylen, có thể có lớp phủ sơn bề mặt. Chuyên gia cung ứng cần cung cấp thông tin cụ thể về loại vật liệu phù hợp.

Túi làm từ nhựa ép mỏng cần được gắn kín bằng phương pháp mà người cung ứng vật liệu khuyến cáo.

#### **9.2.4 Túi nhựa/nhôm ép mỏng**

Một lớp nhôm phủ lên màng polyetylen hoặc polyeste. Loại vật liệu ép mỏng này đắt nhưng có độ bảo vệ cực tốt trong thời gian lưu kho dài ở điều kiện độ ẩm và ô nhiễm không khí bất lợi nhất.

Túi cần được gắn kín hoàn toàn bằng phương pháp do người cung ứng vật liệu khuyến cáo. Loại túi này có nhược điểm là không thể kiểm tra bên trong nếu không mở ra. Chuyên gia cung ứng cần cung cấp thông tin cụ thể.

Chú thích (cho 9.2.2, 9.2.3 và 9.2.4) – Tất cả các vật liệu và túi chất dẻo dùng làm phương tiện lưu kho và bảo vệ khả năng hàn không được có hợp chất bay hơi như silicon có thể làm phương hại đến khả năng hàn. Thông thường, việc sử dụng chất hút ẩm sẽ kéo dài thời gian lưu kho có thể.

### 9.3 Qui trình

#### 9.3.1 Ổn định trước khi bao gói

Tấm mạch in cần được làm khô để loại bỏ hơi ẩm.

Nhiệt độ và thời gian sấy khô phải phù hợp với vật liệu nền và/hoặc độ bóng.

Cần sử dụng găng tay bảo vệ thích hợp khi cầm tấm mạch in để giảm thiểu nhiễm bẩn trong quá trình bao gói.

#### 9.3.2 Bao gói

Chi phí vật liệu đề cập ở 9.2.2, 9.2.3 và 9.2.4 có thể giảm bằng cách cho nhiều tấm mạch in vào một túi. Trong trường hợp này, các tấm mạch in có thể được chèn một lớp giấy lụa không có lưu huỳnh hoặc vật liệu thích hợp khác có cùng kích thước với tấm mạch in để bảo vệ chúng khỏi bị cọ xát. Để tránh việc một túi bị mở nhiều lần, người mua và người bán cần thỏa thuận về số lượng tấm mạch in trong một túi.

Các tấm mạch in được bao gói kín riêng biệt trong các túi cần được đặt với số lượng thích hợp trong thùng hàng như thùng cattông.

#### 9.3.3 Kiểm tra việc giao hàng

Ưu điểm của túi nhựa trong suốt là có thể kiểm tra bên trong bằng cách xem xét đơn giản mà không cần mở bao bì.

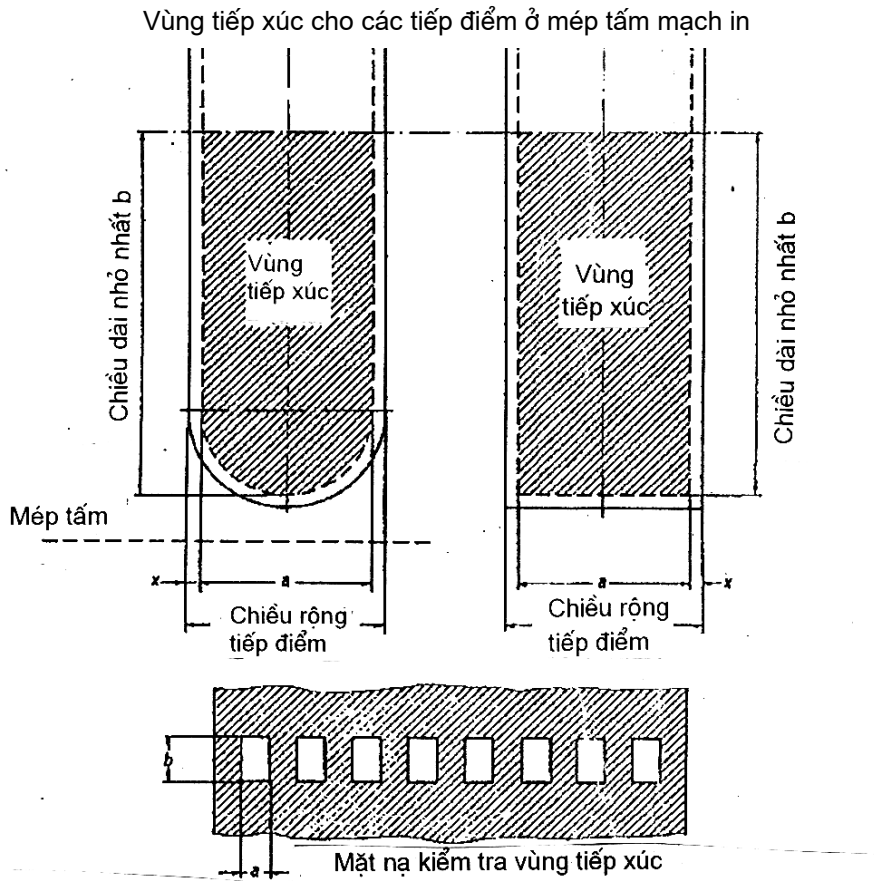
Việc kiểm tra đầy đủ tấm mạch in khi giao hàng có thể khó khăn và không thể thực hiện được nếu không bóc bao bì. Có hai cách tránh việc bóc bao bì là:

- kiểm tra trước khi bao gói ở nơi bán, hoặc
- bao gói sau khi nhận hàng và kiểm tra.

#### 9.3.4 Mở bao bì

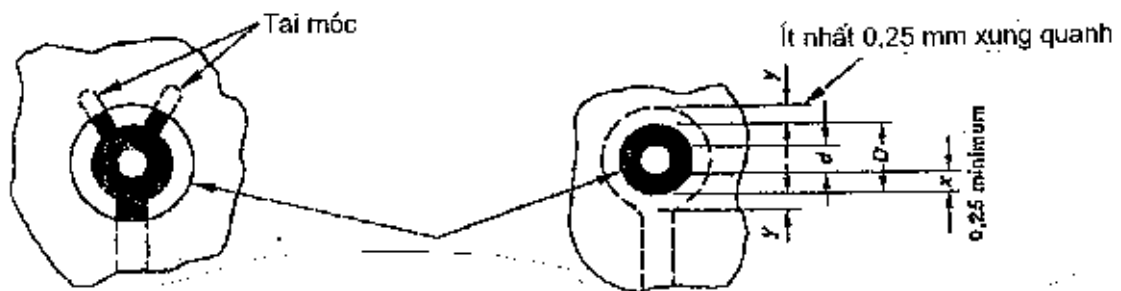
Bao bì không được mở lâu hơn 48 h trước khi lắp ráp và hàn.





Nếu không có qui định nào khác, với lá đồng 35  $\mu\text{m}$  (0,0014 in),  $x = 0,25$  min (0,01 in)

Hình 1 – Ví dụ về vùng tiếp xúc và mặt nạ kiểm tra



Cửa sổ tiếp cận ở lớp bọc

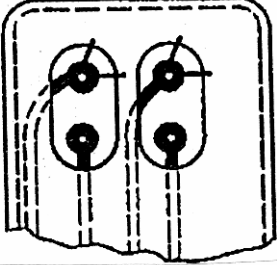
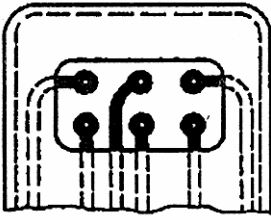
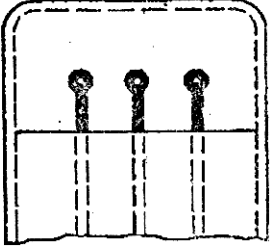
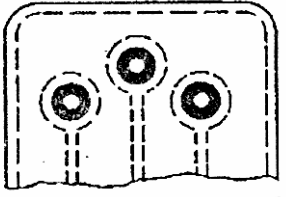
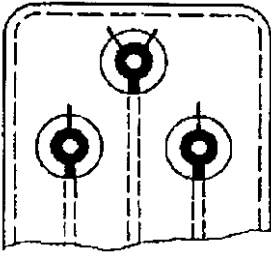
$d$  – lỗ khoan

$D$  – đường kính cửa sổ tiếp cận

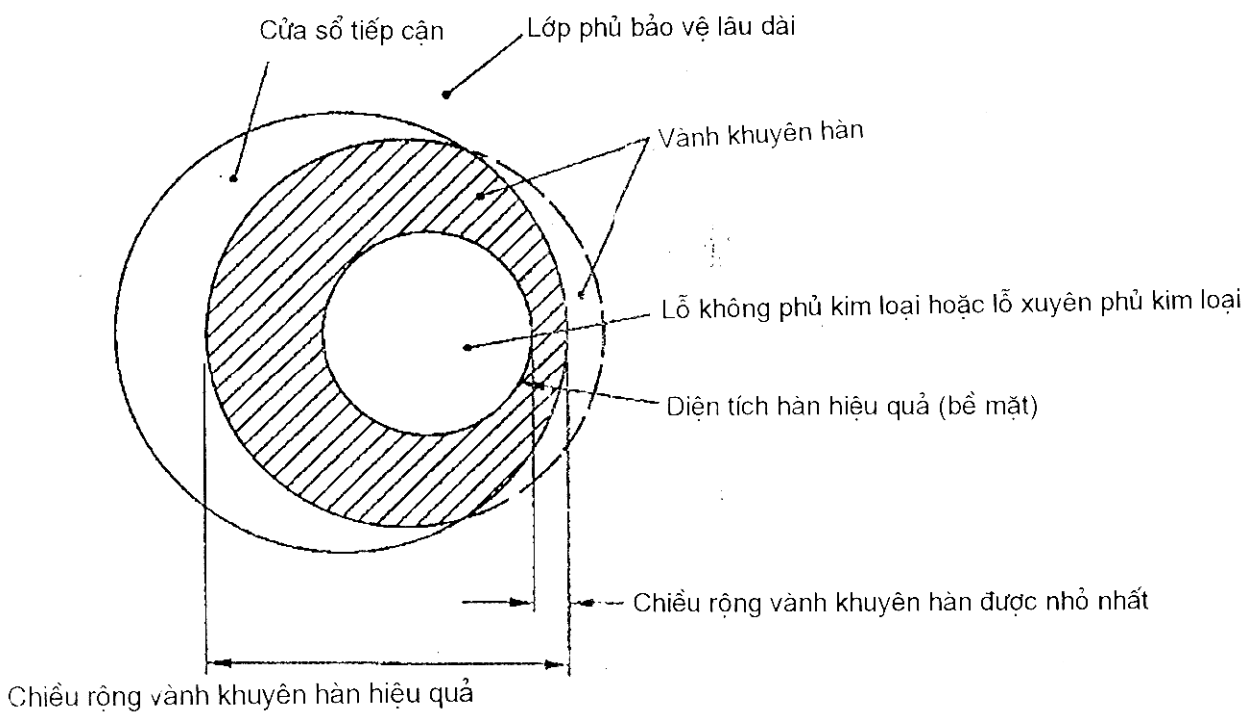
$x$  – khoảng cách nhỏ nhất

$y$  – kẹp giữ cửa lớp bọc

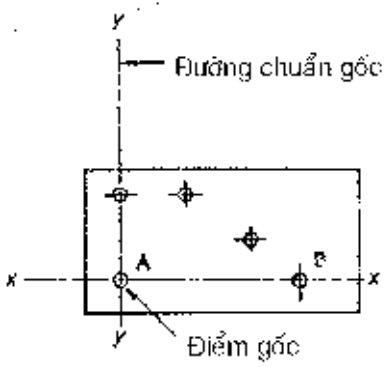
Hình 2 – Phương pháp giữ tăng cường cho các vành khuyên

Phương pháp kết hợp	Phương pháp để hở	Phương pháp riêng biệt
 <p>Ưu tiên</p>  <p>Chấp nhận được</p>		 <p>Ưu tiên</p>  <p>Chấp nhận được</p>

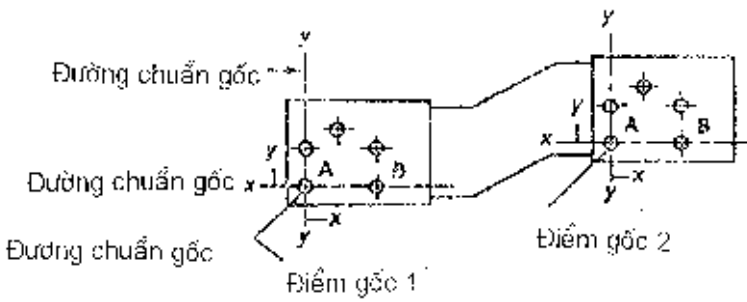
Hình 3 – Các dạng cửa sổ tiếp cận



Hình 4 – Cửa sổ tiếp cận trong lớp phủ bảo vệ lâu dài



Hình 5a



Hình 5b

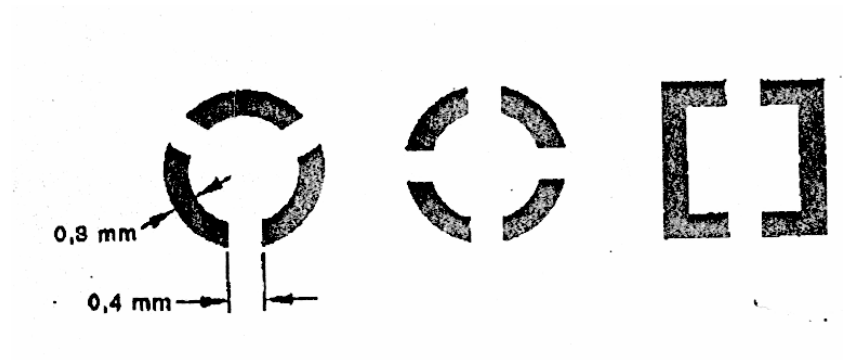
Hình 5 – Chuẩn gốc

Phải tránh có các góc nhọn gần vành khuyên – gây khó khăn cho việc hàn sóng, có nguy cơ bứt cầu chất hàn

Tránh	Nên

Phải tránh có các bề mặt đồng rộng để dễ hàn

Hình 6 – Ví dụ về dạng dẫn khuyến cáo và không khuyến cáo



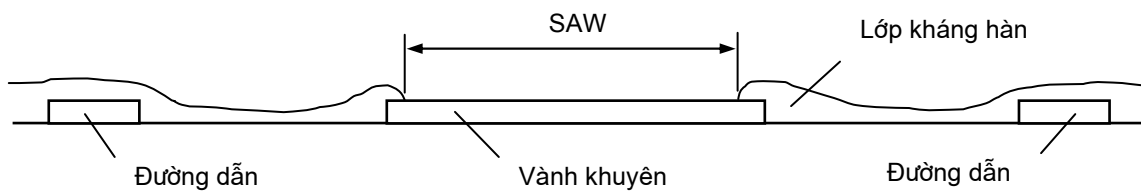
Hình 7 – Ví dụ về cảm nhiệt

**Phụ lục A**

(tham khảo)

**Cách xác định cỡ cửa sổ tiếp cận trong lớp phủ bảo vệ lâu dài**

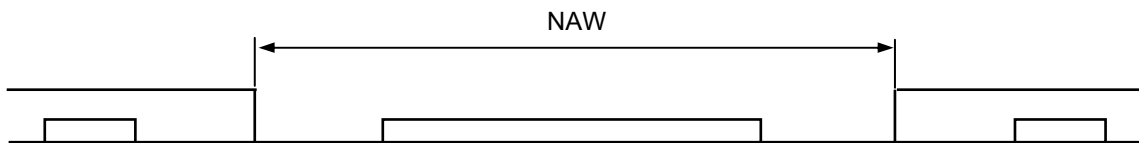
Phương pháp chung: Xác định cửa sổ tiếp cận nhỏ nhất và lớn nhất có thể chấp nhận được trong chế tạo; kiểm tra dựa vào dung sai quá trình, xác định giá trị danh nghĩa.



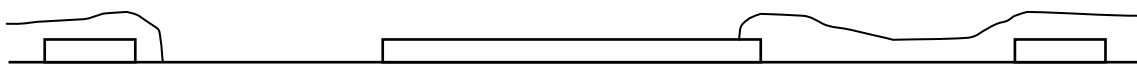
**Hình A1 – Cửa sổ tiếp cận nhỏ nhất (SAW) dùng cho lớp phủ xác định là cần thiết đối với diện tích (hoặc bề mặt) nhỏ nhất để hàn hiệu quả**



**Hình A2 – Cửa sổ tiếp cận lớn nhất (LAW) dùng cho lớp phủ xác định là cần thiết để che phủ đường dẫn**



**Hình A3 – Cửa sổ tiếp cận danh nghĩa (NAW) như xác định theo thiết kế.**



**Hình A4 – Ví dụ về cửa sổ tiếp cận thực tế do dung sai quá trình và thiết kế.**

Chú thích – Vành khuyên có thể liền với lỗ xuyên phủ kim loại.

**A1 Các xem xét khi xác định đường kính SAW của cửa sổ tiếp cận nhỏ nhất**

**A1.1 SAW với vành khuyên có lỗ xuyên phủ kim loại để lắp đặt linh kiện**

SAW phải đủ rộng để chứa được:

- tất cả các vị trí chấp nhận được mà các lỗ lắp linh kiện (ở cỡ lớn nhất của nó) có thể nằm trong vành khuyên;
- diện tích nhỏ nhất để hàn hiệu quả.

**A1.2 SAW với vành khuyên có lỗ không phủ kim loại để lắp đặt linh kiện**

Ngoài xem xét nêu ở A.1.1:

- vành khuyên cũng phải đủ rộng để có đủ độ bền kéo đứt sau khi hàn;
- SAW phải đủ rộng cho phép tạo thành mối hàn đủ chắc.

**A1.3 SAW với vành khuyên không có lỗ thiết kế để lắp đặt bề mặt**

Nếu vành khuyên dùng để gá thiết bị lắp đặt bề mặt, SAW phải đủ rộng để cho phép:

- lắng đọng đủ lượng bột thiếc khi sử dụng công nghệ hàn bột thiếc chảy ngược;
- dung sai vị trí của tiếp điểm linh kiện với tấm mạch in trong quá trình bố trí linh kiện;
- hình dáng mối hàn như mong muốn.

**A2 Các xem xét khi xác định đường kính LAW của cửa sổ tiếp cận lớn nhất**

LAW phải bằng khoảng cách danh nghĩa giữa mép đường dẫn gần nhất về cả hai phía của vành khuyên hàn trừ đi dung sai âm của chiều rộng đường dẫn trừ đi hai lần phần chùm lên bất kỳ yêu cầu đối với mép lớp kháng hàn hoặc lớp bọc lên mép đường dẫn.

**A3 Các xem xét khi xác định đường kính NAW của cửa sổ tiếp cận danh nghĩa****A3.1 Tính toán dung sai quá trình PT của quá trình phủ**

Để thiết kế sản phẩm phù hợp cho việc chế tạo với sản lượng lớn, cần đồng thời thỏa mãn hai bất phương trình sau đây:

$$NAW > SAW + PT$$

$$NAW < LAW - PT$$

**A3.2 Tối ưu hoá NAW**

Nói chung, giá trị NAW tối ưu là giá trị trung bình của SAW và LAW. Tuy nhiên, nếu không thể đáp ứng được yêu cầu của A3.1 thì thực tế có thể gắn với yếu tố ít quan trọng hơn là yêu cầu về độ che phủ đường dẫn hoặc diện tích nhỏ nhất để hàn hiệu quả.

## TCVN 6611-3 : 2001

Điều này có thể dẫn đến việc chọn giá trị NAW lớn hơn giá trị trung bình của LAW và SAW. Khi đó, kết quả hợp lý phải phản ánh giá trị lựa chọn này trong AQLs khác hoặc trong các yêu cầu ít khắc nghiệt đối với độ che phủ đường dẫn.

### A4 Ví dụ bằng số

Kích thước lỗ xuyên phủ kim loại lớn nhất: 1,00 mm

Khoảng dịch chuyển có thể của trục lỗ so với tâm vành khuyên: 0,15 mm

Khoảng cách của lớp phủ bảo vệ lâu dài từ mép lỗ  $\geq 0,05$  mm

Do đó: đường kính của cửa sổ tiếp cận nhỏ nhất = SAW =  $1,00 + 2(0,15 + 0,05) = 1,40$  mm.

Chiều rộng đường dẫn nhỏ nhất trên tấm mạch in = 0,20 mm

Dung sai chiều rộng đường dẫn = 0,04 mm.

Chiều rộng thiết kế của đường dẫn (trên bản vẽ gốc chế tạo) =  $0,20 + 0,04 = 0,24$  mm.

Một đường dẫn giữa các vành khuyên, vành khuyên cỡ 2,54.

Khoảng cách danh nghĩa giữa các mép đường dẫn (bản vẽ gốc chế tạo):  $2,54 - 0,24 = 2,30$  mm

Khoảng cách giữa các đường dẫn có chiều rộng lớn nhất (thành phẩm):  $2,30 - 0,04 = 2,26$  mm.

Lớp phủ bảo vệ lâu dài phải phủ lên đường dẫn và phần chùm lên chúng ít nhất là 0,05 mm.

Do đó: đường kính của cửa sổ tiếp cận lớn nhất = LAW =  $2,26 - (2 \times 0,05) = 2,16$  mm.

Dung sai quá trình với vị trí và kích thước của lớp phủ bảo vệ vĩnh viễn = PT = 0,30 mm.

Đối với quá trình phủ với sản lượng “bình thường”, đường kính NAW của cửa sổ tiếp cận danh nghĩa:

ít nhất là  $1,40 + 0,30 = 1,70$  mm, và

nhiều nhất là  $2,16 - 0,30 = 1,86$  mm.

Giá trị NAW tối ưu =  $(1,40 + 2,16) : 2 = 1,78$  mm.

Khi đó, giá trị quá trình cho phép do các yêu cầu thiết kế cộng với yêu cầu chế tạo bằng  $1,78 - 1,4 = 2,16 - 1,78 = 0,38$  m.