



ASSOCIATION CONNECTING
ELECTRONICS INDUSTRIES®

IPC-4101A

Specification for Base
Materials for Rigid and
Multilayer Printed Boards

硬質多層板
之基材規範

IPC-4101A

July 2001

A standard developed by IPC

2215 Sanders Road, Northbrook, IL 60062-6135
Tel. 847.509.9700 Fax 847.509.9798
www.ipc.org

IPC-4101A

硬質多層板之基材規範

編者按

根據美國“國防電子品供應中心”(DESC, Defense Electronic Supply Center) 成員之一的 Bob Neves 先生宣稱，有關基材板歷史悠久的美軍規範 MIL-S-13949H 已自 1998. 11. 15 起決定自業界隱退，取而代之的則是 IPC 在 1997. 12 所發佈的此份 IPC-4101，這將是全球上下游業界主要的里程碑。早年由於武器與軍事方面，對各種產品（尤其是電子品）在品質 (Quality) 與可靠度 (Reliability) 上的嚴格要求，成為供需雙方所共同追求的目標，於是美國軍規（如基板 MIL-S-13949H[1993] 與電路板之 MIL-P-55110E[1993]）就在眾多外商奉為圭臬之下，本地基板與電路板業者當然也認定為最高的標準。

然而在戰爭過去長久和平之際，軍事預算大幅縮減，致使許多相關業務已無力推展；而且電子產品進步神速，使得許多功能與品質要求早已超出軍規的範圍，軍規在無法及時修訂之下，不免令人失望與無所適從。至於 IPC 方面，雖然某些規範編寫得十分精采，但對基材板與膠片而言，卻呈現出十分混亂莫衷一是的情形。竟然有 IPC-L-108、IPC-L-109、IPC-L-112、IPC-L-115，與 IPC-AM-361 等五份規範之多，實在讓人眼花撩亂，丈二金剛摸不著頭腦。幸好 IPC 在 1997. 12 將上述文件全部作廢，而改編成單一版本的 IPC-4101，並於 2001. 7 修訂成為 Rev. A。基於時代的需要，乃著手全文之翻譯以嘉惠讀者。由於文字量頗多，雖再三校稿亦難免遺誤於萬一，尚盼業界高明不吝指正。

1. 範圍 Scope

本規範涵蓋各種原材料之多項品質要求，此處所謂之原材料係指電器及電子線路之硬質板或多層板，所主要採用的基材板 (Laminate) 或膠片 (Prepreg) 而言。

1.1 分級 Classification

以下所列之簡碼系統可用以識別出有無銅箔壓附的基板或膠片基材。本規範（後列的）系列之“規格單”可連貫全規範中綱要式明訂系統與先前使用系統之間的交叉參考。

現將本規範所敘述的基板材料內容，以簡碼表達方式舉列如下（其他詳細說明另見括號之章節內文）：

L	25	1500	C1/C2	A	A
材料代字	規格單編號	基板標示厚度	壓附金屬箔之型式及標示厚度	厚度公差等級	表面品質等級
(見 1.1.1)	(見 1.1.1)	(見 1.1.2)	(見 1.1.3)	(見 1.1.4)	(見 1.1.5)

[譯註] 以上舉列之各簡碼表示法可在藍圖或各種文件寫成連續之字串，以完整表達板材的特性；如 L-25-1500-C1/C2-A-A 即是。

而本 IPC-4101A 規範所敘述的膠片材料，其內容之簡碼表達方式也舉列如下（其他詳細說明另見括號之章節內文）：

P	25	E7628	TW	RE	VC
材料代字	規格單編號	補強材型式	指 A 項膠含量表示法	指 B 項膠流量表示法	指 C 項膠片品質表示法
(見 1.1.1)	(見 1.1.1)	(見 1.1.6)	(見 1.1.7)	(見 1.1.7)	(見 1.1.7)

【譯註】以上舉列之各簡碼表示法可在藍圖或各種文件寫成連續之字串，以完整表達膠片的特性；如 P-25-E7628-TW-RE-VC 即是。

1.1.1 規格單之說明 Specification Sheet Description

本文件在結尾處已附列了各種板材之一系列規格單，以供參考使用。

【譯註】為了清楚區別譯文起見，特將系統完整而又脈絡嚴謹整體成文性的 Specification 註為“規範”，而另將只具允收拒收簡明的數字或尺度之同一單字譯為“規格”。後者之“規格”，在原文中也常另以 Criterion（單數）或 Criteria（複數）做為表達。對每一種不同等級的電路板產品而言，其所用到的基板與膠片等品質要求，均已摘要表列於每一規格單中。為了妥擬訂單的方便，每件規格單中均已詳列有：補強材（Reinforcement）之型式、樹脂系統、結構情形等項目。至於基板與膠片對原材料或組成份的各種品質要求，為了方便參閱起見，也一併收錄於同一規格單中。上述簡碼表示法之字串中，其原材之代字“L”係指積層之基材板（Laminates），而代字“P”，則用以表達膠片（Prepreg）。

此 IPC-4101A 除了正文外，更附列了 30 份各板材專屬的規格單以方便現場的實地使用。故純就實用技術層次而言，附錄者反比正文更為重要。

1.1.2 基材板之標示厚度 Nominal Laminate Thickness

此處之標示厚度是以四位數字加以識別，本規範所涵蓋的所有基材，其厚度有連同應壓附（銅皮）在內而總計者，或單只計算絕緣介質層者，而分別加以規定或量測（見 1.1.4 與 3.8.4.2）。就公制而言，四位數的第一位數表示整數的公厘（mm），第二位數表十分之一公厘（mm），以下類推。若訂單中需用到英制單位時，則以該四位數直接表示十分之一個“英絲”（mil，即俗稱之“條”）。由 1.1 節的舉列可知其厚度代字 1500 係表示公制之 1.5 mm，或英制之 0600 個十分之一英絲，用以表示基板厚度為 1.5 mm（59.1 mil）。

1.1.3 壓附金屬箔之型式與標示重厚

Metal Cladding Type Nominal Weight/Thickness

基材板上所壓附的金屬，其型式與標示重量或厚度，係以五個代碼做為識別。其中第一碼與第四碼分別表示所壓附金屬箔的型式（如以 C 表示 Copper），第三碼之斜線係用以區別基材板的正反兩面，而第二與第五碼則用以表達所壓附金屬箔的重量或厚度。

1.1.3.1

所壓附金屬箔的型式與其代字之關係已列於表 1-1 之中，而此表僅供參考。至於進一步深入的文件可分見 IPC-CF-148，IPC-4562，或 IPC-CF-152 等之最新版本。當用戶與供應商雙方同意時，金屬箔代碼之 C 與 R，及 H 與 S 之間可相互換用。H 壓附型可用以代表 C 型，S 型可代表 R 型，R 型有時可取代 C 型，而 S 型可取代 H 型。

表 1-1 所壓附金屬箔之型式

- A— 軋軋與壓延銅箔 Copper, wrought, rolled (見 IPC-4562, grade 5)
 - B— 壓延銅箔 (已處理) (Copper, rolled)
 - C— 電鍍銅箔 Copper, electrodeposited (IPC-4562, grade 1)
 - D— 雙面處理之電鍍銅箔 Copper, electrodeposited, double treat (IPC-4562, grade 1)
 - G— 高展性之電鍍銅箔 Copper, electrodeposited, high ductility (IPC-4562, grade 2)
 - H— 高溫延伸率合格之電鍍銅箔 Copper, electrodeposited, high temperature elongation (IPC-4562, grade 3)
 - J— 回火韌化之電鍍銅箔 Copper, electrodeposited, annealed (IPC-4562, grade 4)
 - K— 軋軋與輕度冷軋銅箔 Copper, wrought, light cold rolled (IPC-4562, grade 6)
 - L— 回火韌化之軋軋銅箔 Copper, wrought, annealed (IPC-4562, grade 7)
 - M— 低溫韌化之軋軋與壓延銅箔 Copper, wrought, rolled, low temperature annealable (IPC-4562, grade 8)
 - P— 高溫延伸率合格之雙面處理電鍍銅箔 Copper, electrodeposited, high temperature elongation, double treat (IPC-4562, grade 3)
 - R— 光面處理之電鍍銅箔 Copper, reverse treated electrodeposited (IPC-4562, grade 1)
- 【譯註】 一般電鍍銅箔爲了增加對板面的附着力，須在其毛面 (Matt Side) 上加做瘤化處理。也就是再加鍍一次高電流密度所產生的瘤狀銅。使原已有高低起伏稜線的峰部，再生長上一些銅瘤。在表面積更形增大之下，抓地力也隨之增強，此點與輪胎上的花紋原理相同。故某些銅箔可在毛面與光面同時進行銅瘤之電鍍，稱之爲Double Treated。若只將銅瘤改鍍在光面而不鍍在毛面，且於壓貼基板時也刻意將原始毛面朝外，如此將使得耐蝕阻劑 (如乾膜) 的附着力更好，有利於細線的量產，稱之Reverse Treated，此詞若直譯“反處理”似較不易瞭解，倒不如按習慣譯爲“光面處理”。
- S— 高溫延伸率合格之光面處理銅箔 Copper, reverse treated electrodeposited, high temperature elongation (IPC-4562, grade 3)
 - T— 按合同或採購訂單所要求參數的銅箔 Copper, copper foil parameters as dictated by contract or purchase order
 - U— 鋁 Aluminum
 - Y— 銅-鐵鎳合金-銅 Copper-Invar-Copper
 - N— 鎳 Nickel
 - O— 未壓附 Unclad
 - X— 供需雙方所同意的其它金屬銅箔 As agreed between user and supplier (AABUS)
 - Y— 電鍍銅箔光面處理高溫延伸性 (IPC-4562, grade 3), 可供埋入式電容器之用途
 - Z— 電鍍銅箔高溫延伸性雙面處理者 (IPC-4562, grade 3), 可供埋入式電容器之用途

1. 1. 3. 2

所壓附金屬箔的重量或厚度，與其各種代碼方式 (Designation) 已分列於表 1-2 中。此表之內容僅供參考，至於深入性的文件則可另見 IPC-CF-148, IPC-4562, 或 IPC-CF-152 等之最新版本。

表 1-2 銅箔標重與厚度

銅箔示性字碼	業界習慣用語	公制		英制		
		面積重量 (g/m ²)	標示厚度 (μm)	面積重量 (oz/ft ²)	面積重量 (g/254in ²)	標示厚度 (mils)
E	5 μm	45.1	5.1	0.148	5.0	5.0
Q	9 μm	75.9	8.5	0.249	9.0	9.0
T	12 μm	106.8	12.0	0.350	12.0	12.0
H	1/2 oz	152.5	17.1	0.500	17.2	17.2
M	3/4 oz	228.8	25.7	0.750	25.7	25.7
1	1 oz	305.0	34.3	1	50.0	1.35
2	2 oz	610.0	68.6	2	100.0	2.70
3	3 oz	915.0	102.9	3	150.0	4.05
4	4 oz	1220.0	137.2	4	200.0	5.40
5	5 oz	1525.0	171.5	5	250.0	6.75
6	6 oz	1830.0	205.7	6	300.0	8.10
7	7 oz	2135.0	240.0	7	350.0	9.45
10	10 oz	3050.0	342.9	10	500.0	13.50
14	14 oz	4270.0	480.1	14	700.0	18.90

本表中所未列入的其他標示箔重，其對標示厚度的計算式如下：

● 厚度 (mils) = 1.35 × 面積箔重 (oz/ft²)

● 其中之 1.35 因數，係取決於銅箔之假設密度 8.93 g/cm³ (5.16 oz/in³)。設若銅箔密度範圍為 8.81 g/cm³ 到 8.99 g/cm³ 時，則此項因數將有 1% 左右的公差。

● 凡當其他合金或金屬超出此密度範圍時，則需另採其他因數以計算箔厚。

【注意】此表中之標示厚度值並不代表箔體之機械厚度。此時處理面粗糙度所產生的容差，也應包含在所計算的各種數值之內。

1.1.4 厚度公差 (基板) Thickness Tolerance (Laminate)

基材板厚度公差的分級，在供需雙方同意下可用 A、B、C、D、K、L、M 或 X 等代字予以識別 (見 3.8.4.2)。已認證為較嚴公差的板材，可用於公差較鬆者而無需重新認證 (如 Class C 的板材可用於 Class B)。

1.1.5 表面品質之分級 Surface Quality Class

表面品質之分級在供需雙方同意下，可按 A、B、C、D 或 X 等代字予以識別 (見 3.8.3)。已認證為表面品質較高的板材，可用於表面品質較低者而無需重新認證 (如 Class B 的板材可用於 Class A)。

1.1.6 補強材料之式樣 Reinforcement Style

膠片中補強材料的型與式，可按其化學型式採用五位數字予以表示。下列者即為典型補強材料之代碼舉例：

- A. "E7628" — 表示電子級玻纖布之補強材，按 IPC-4412 其布式為 7628。
- B. "S0313" — 表示強度級玻纖布之補強材，按 IPC-SG-141 其布式為 313。
- C. "A3080" — 表示醃胺布材 (Aramid) 之補強材，按 IPC-A-142 其布式為 3080。
- D. "Q0525" — 表示石英布材 (Quartz) 之補強材，按 IPC-QF-143 其布式為 525。

補強材之各種性質，如厚度、結構與重量，須遵從適宜材料規範中各式補強材之代碼項規定。

1.1.7 膠片參數 Prepreg Parameters

多層板所使用之膠片可採用多種試驗法以測定其適用性，如膠含量 (the Amount of Resin)，與特定狀況下的膠流量 (Resin Flow) 即為兩種關鍵性的性能特質。膠片的規格對其代碼材料而言，應包含下列 A 群的一種試法，與 B 群中的另一種試法。至於 C 群的各種試法均為任選型。若 C 群未選做時，則以 00 之代碼表達之。有關試驗方法的選擇須供需雙方之同意，並應列入訂單資料中。單一試驗所獲致之標示值與公差，須在訂單中加以指定，或經供需雙方的同意。供需雙方同意下也可規定一些額外試驗，但此等額外試驗將不再是代碼的一部份。

A 群	B 群	C 群
膠含量法 RC—膠含量之百分比 TW—含浸處理之增重 00—未規定者	膠流量參數 MF—膠流量之百分比 SC—比例流量 NF—非流量 RE—流變流量 DH—增加的 H PC—硬化百分比 00—未規定者	膠片之任選試驗法 VC—揮發份 DY—雙氰胺之檢驗 GT—膠性時間 00—未規定者

1.1.8 顏色 Color

除非另有規定，所有供應的基板與膠片皆為其自然色 (Nature Color，指未加顏料與染料者)。如用戶要求其他顏色時，則必須在訂單中加以指明。

1.1.8.1 對比劑 Contrast Agents

為改善製程起見，可在自然色的樹脂中加入對比劑，如著色劑 (Tinting Agent) 即可增加自動光學檢驗 (AOI) 時的對比性。但此等添加劑對基板或膠片的效能、性質或功能性等都不能出現反效果情形，並也應被視為是自然色。

1.2 尺度與公差 Dimensions and Tolerance

本規範中所指定的尺度與公差僅適用於終端產品，各種尺度均以公制表達，參考資料 (指英制單位) 則以括號行之。

1.2.1 公制與英制度量 Metric and Imperial Measurements

IPC 的政策是出版文件中採硬性公制單位，而隨後刮號中則另列入換算後的英制數字。

2. 適用文件 APPLICABLE DOCUMENTS

為節省篇幅起見，原文所列 IPC、ANSI 與 ISO 等多項參考文件之編號與標題，此處不再列出，請另參考原文版。

3. 各種品質要求 REQUIREMENTS

3.1 術語與定義 Terms and Definitions

各術語之定義須遵從 IPC-TM-50 及 3.1.1 到 3.1.15 所列之規定。

3.1.1 資格認可之評鑑 Qualification Assessment

資格認可評鑑是一種介於買方及基板與膠片供應商之間，用以降低風險的做法。基板商應針對製程能力與驗證根據 (Sources of Verification)，製作評鑑報告，並發送給用戶做為評鑑之用。買方收到後須審查其報告，並對其所提供的資料與驗證根據做出決定，以製訂“允收水準之冒險”(Acceptable Level of Risk)。基板商對驗證根據所自我陳述的參數愈多者，則與該新基板商有關的冒險因子就愈低。本規範並未對“資格認可評鑑之驗證根據”做起碼水準的要求，此乃買賣雙方應按其需求而決定適宜驗證的範圍。如當“冒險評鑑”所決定的拒收太高時，則可再增加驗證根據的要求以降低其風險。為了降低風險而產生的成本，與必須具備之驗證型式有關。

3.1.2 品質符合試驗 Quality Conformance Testing (即常規出貨檢驗)

按“製造商品質系統”(Manufacturer's Quality System)中對資格認可的決議，每次出貨之品質應按所列項目以常規方式(Regular Basis)執行檢驗。此乃顯示供應商是否能遵照本規範與每種板材所適宜規格單的條文，而持續符合成品之品質要求。如供應商尚未妥備“製造商品質系統”之文件時，則常規出貨之基板品檢，應按表 3-1 的規定；膠片品檢則應按表 3-2 之規定。

3.1.3 製造商品質系統 Manufacture Quality System

製造商品質系統係按 IPC-9191 之說明而妥擬的一種有組織的實體，是基板商運作時對文件管理、委員會招開，以及各擔當者名單的一種文件手冊。
【譯註】此即一般製造業者內部必備的品質手冊。

3.1.4 製程管制試驗 Process Control Testing

係指製造商內部製程之關鍵步驟，為使其正常化而執行的試驗。

3.1.5 自我陳述 Self Declaration

資格認可的第一階段就是自我陳述，整份 IPC-1730 的內容將可說明製造商的現場能力，製程與試驗設備、技術特點、品質方案、生產經歷、公司資訊以及驗證根據之資料等。自我陳述可說是基板商對其產品與製程能力是否能符合客戶要求、本規範之要求，與適宜有關規格單等的深入看法(見 3.3)。

3.1.6 品質評鑑數據 Quality Assessment Data

自我評鑑中所含的數據，係由基板或膠片的各種功能特性所彙編與分析而成，其功能性數據可得自內在或外在各種不同的數據。

3.1.7 樣本認可 Sample Qualification

以樣本認可做為驗證(Verification)的方式，也表示著製造商在製作樣本時，已有能力根據一套既定的參數去完成樣本。基板與膠片等功能特性之認證試驗，須按 IPC-QL-653 中所指定的設施去執行。

3.1.8 生產數據 Production Data

係指各生產中之正常功能數據，其等之收集整理是為品保功能而做，此等數據可加以彙編，分析並做成報告，以支持基板商之產品，使得以符合本規範之要求。

3.1.9 客戶試驗數據 Customer Test Data

所謂客戶試驗數據，係指客戶進廠檢驗時所產生的正常功能性數據，此等數據可加以彙編，分析並做成報告，以支助基板商的確能產品符合本規範要求。

3.1.10 內部評鑑 Internal Assessment

內部評鑑的內容，應為自我陳述的品質大綱 (Quality Profile) 章節中所提到的供應商定期驗證數據。

3.1.11 單獨性客戶稽核 Individual Customer Audit

所謂“單獨性客戶之稽核”，對基板商所擁有設備的一種評估。係將現行之“管理品質系統”針對自我陳述，與本文件之各項要求等進行對比。客戶所自行分析整理與指出的必要改善行動等，均可收納於基板商的自我陳述中。

3.1.12 獨立第三者之評鑑 Independent Third Party Assessment

第三者評鑑員所做的評鑑，本質上是一種概略性的步驟。常見之第三者評鑑員如國際標準組織 (ISO) 註冊之評鑑員、Malcom Baldrige (BNQP)、UL 檢查員、Canadian Standards Agency (CSA)，與國際電工技術委員會之品質評估組 (IECQ) 評鑑員等。

3.1.13 多功能環氧樹脂 Epoxy Multifunctional

指環氧樹脂的各種聚合物，單體或複體；擁有三個或更多具潛在反應性之環氧功能基者而言。

3.1.14 雙功能環氧樹脂 Epoxy Difunctional

指環氧樹脂的各種聚合物，單體或複體；只擁有兩個潛在反應性之環氧功能基者而言。

3.1.15 AABUS

此縮寫字串係指“供需雙方已所同意”之事項。

3.1.16 填充料

係指在主要板材中所添加的少量物料，以改善其整體一致或其它性質。

表 3-1 基板參考資料與試驗頻度

試驗項目	要求之章節	試驗法 ¹	認可試驗	出貨試驗	頻度	每張樣本數
General 一般性質						
目視檢查性質	3.8.3.1	2.1.5	√	√	Audit ²	-
表面修飾	3.8.3.1.1 ~ 3.8.3.1.5	2.1.5 2.1.9	√		Audit ²	
表面 / 次表面 瑕疵	3.8.3.1.6		√	√	Lot	3
Dimensional 尺度性質						
長 / 寬	3.8.4.1	2.2.19.1	√	√	Audit ⁹	-
正方形	3.8.4.1.1	2.2.19.1	√	√	Audit ⁹	-
厚度	3.8.4.2	2.2.18 2.2.18.1	√	√	Audit ⁹	-
板彎 / 板扭	3.8.4.3	2.4.22.1	√	√	Lot	1
Physical 物理性質						
熱應力後之抗 撕強度	3.9.1.1.1	2.4.8	√	√	Lot	4 ⁵
高溫中之 抗撕強度 ⁴	3.9.1.1.2	2.4.8, 2.4.8.2 2.4.8.3	√	√	3 Mon	4 ⁵
經漂製程後之 抗撕強度 ^{3,4}	3.9.1.1.3	2.4.8	√	√	3 Mon	4 ⁵
尺度安定 ¹¹	3.9.1.2	2.4.39	√	√	1 Mon	3
抗撓強度	3.9.1.3	2.4.4	√	√	12 Mon	6 ⁷
高溫中抗撓強 度 ⁴	3.9.1.4	2.4.4.1	√	√	3 Mon	3 ⁸
Chemical 化學性質						
耐燃性 ¹⁰	3.10.1.1	2.3.10	√	√	1 Mon	5
蝕後之熱應力 試驗	3.10.1.2	2.4.13.1	√	√	Lot	2
未蝕之熱應力 試驗	3.10.1.2	2.4.13.1	√	√	Lot	2
焊錫性	3.10.1.3	J-STD-003 Edge Dip	√	√	3 Mon	3
耐化性 ³	3.10.1.4	2.3.4.2	√	√	Lot	1
金屬面清潔性 ³	3.10.1.5	2.3.1.1	√	√	Lot	1

玻璃態轉換溫度 (T _g) ³	3.10.1.6	2.4.24 2.4.25	√	√	Lot	1
所增的 T _g ³	3.10.1.7	2.4.25	√		Lot	1
X/Y 平均熱脹係數 ³	3.10.1.8	2.4.41 2.4.41.1	√		Lot	1
Electrical 電氣性質						
容電率 ⁴ (1 MHz)	3.11.1.1	2.5.5.2 2.5.5.3 2.5.5.9	√	√	1 Mon	3
損失正切 ⁴	3.11.1.2	2.5.5.2 2.5.5.3 2.5.5.9	√	√	1 Mon	3
體積電阻率	3.11.1.3	2.5.17.1	√	√	12 Mon	6
表面電阻率	3.11.1.4	2.5.17.1	√	√	12 Mon	6
耐電弧性	3.11.1.5	2.5.1	√	√	12 Mon	3
介質崩潰	3.11.1.6	2.5.6	√	√	3 Mon	3 ⁶
抗電強度	3.11.1.7	2.5.6.2	√	√	3 Mon	3
Environmental 環境性質						
吸濕性	3.12.1.1	2.6.2.1	{ 21 mil 16 mil	0.35-0.5% 0.1-0.3%	3 Mon	4
耐霉性	3.12.1.2	2.6.1	√			1
壓力鍋 ^{3,4}	3.10.1.3	2.6.16	√		Lot	3
鹵素總含量 ⁴	3.10.1.9	TBD	√			
陽極性玻纖絲之抗漏電增長 (CAF) ⁴	3.12.1.4	TBD	√			

- 除非另有規定，所有試驗法均出自 IPC-TM-650，目視檢查與尺度檢查之稽核表已列於下面。
- 抽樣與允收之對照：

批量 Lot Size	樣本量 Sample Size	可允收之缺點數 Acceptance Number
2~50	5	0
51~90	7	0
91~150	11	0
151~280	13	0
281~500	16	0
501~1200	19	0
1201~3200	23	0
3201~10000	29	0

< 31 mil 0.9% ↓
 ≥ 31 mil 0.35%
 2 pc 40% / 21
 > 5 mm 0.8%

- 供需雙方所同意的選做性試驗。
- 僅適用於特定材料。
- 雙面板共取四組，每組各取一長邊及一短邊之試樣。
- 當設定逐步試驗之起始電壓時，須另備一額外樣本。
- 各取三長向與三橫向之試樣。

8. 均取長方向之試樣。
9. 供應商須利用統計抽樣計劃以保證能符合尺度之各種要求。
10. 耐燃性之資格認可試驗，須在 0.80 mm (0.0315 in) 已硬化的試樣上實施，且其結果尚可令膠片與薄板均能自動認可。耐燃性之符規試驗須在 > 0.50 mm (0.020 in) 已硬化的試樣上實施。
11. 經供需雙方所同意的標示數值。

表 3-2 膠片參考資料與試驗頻度

試驗項目	要求之章節	試驗法	認可試驗	出貨試驗	頻度	每張樣本數
General 一般性質						
目視檢查	3.8.3.2	2.1.5	√	√	Lot	1
Dimensional 尺度性質						
長/寬	3.8.4.1.2	2.2.19.1	√	√	Audit ⁶	
正方形	3.8.4.1.2	2.2.19.1	√	√	Audit ⁶	
Physical 物理性質						
處理增重法之百分膠含量 ²	3.9.2.1.1	2.3.16.1		√	Lot	1
燃燒法之百分膠含量 ²	3.9.2.1.2	2.3.16	√	√	Lot	1
總處理增重法 ²	3.9.2.1.3	2.3.16.2		√	Lot	1
百分膠流量法 ³	3.9.2.2.1	2.3.17	√	√	Lot	1
比例流量厚度 ³	3.9.2.2.2	2.4.38	√	√	Lot	1
非流量性	3.9.2.2.3	2.3.17.2	√	√	Lot	1
流變流量	3.9.2.2.4	AABUS ⁷		√	Lot	1
Delta H	3.9.2.2.5	AABUS ⁷		√	Lot	1
膠性時間	3.9.2.2.6	AABUS ⁷		√	Lot	1
百分硬化度 ⁴	3.9.2.2.7	2.3.18	√	√	Lot	1
揮發份含量 ⁴	3.9.2.2.8	2.3.19	√	√	Lot	1
Chemical 化學性質						
耐燃性 ^{8,9}	3.10.2.1	2.3.10	√	√	1 Mon	5
耐化性 ^{4,9}	3.10.2.2	2.3.4.2		√	Lot	
雙氰胺出現 ⁴	3.10.2.3	2.1.10	√	√	Lot	1
Electrical 電氣性質						
透電率 ^{5,9}	3.11.2.1	2.5.5.2 2.5.5.3 2.5.5.9	√		1 Mon	3
損失正切 ^{5,9}	3.11.2.2	2.5.5.2 2.5.5.3 2.5.5.9	√		1 Mon	3
抗電強度 ⁹	3.11.2.3	2.5.6.2	√	√	3 Mon	3
Environmental 環境性質						
耐霉性	3.12.2.1	2.6.1	√			
陽極性玻纖絲之抗漏電增長 (CAF) ^{4,9}	3.12.2.2	TBD	√			

1. 除非另有規定，所有試驗法均出自 IPC-TM-650。
2. 資格認可時，應按燃燒法去測取膠含量之百分比，至於出貨常規試驗時，其膠含量可由 IPC-TM-650 中之 2.3.16、2.3.16.1 或 2.3.16.2 等法測取。
3. 對非流量以外的膠片，不管是膠流量或比例流量厚度兩法，均可指定用於認可與出貨試驗。
4. 各種選做試驗須經供需雙方的同意。
5. 僅適用於特定材料。
6. 供應商須利用統計抽樣計劃，以保證能符合尺度規範的要求。
7. AABUS = 已經供需雙方同意。
8. 就耐燃性而言，可另見表 3-1 之註 10。膠片之合規試驗可採行同一規格單中基板樣品之試驗結果。
9. 當膠片壓成基材後才去執行的試驗。

【附註】如薄基板各膠片中之玻纖布均相同者，僅需執行該基板之試驗。

3.2 規格單 Specification Sheets

對於各單獨板材項目的各種品質要求，本文件須按各適宜規格單而加以指定。但當某項板材尚無規格單出現時，則其單獨性的品質要求可另見所指定的互補文件，例如主圖 (Master Drawings) 或採購訂單等 (見 6.1)。一旦本規範中的品質要求與互補性文件發生牴觸時，則後者應居優先地位。

3.3 製造商品質大綱 Manufactures Quality Profile

基板與膠片之供應商，須對其製造能力進行 (自我) 評鑑，並完善填妥“製造商資格認可大綱” IPC-1730。基板商應對其“資格認可大綱”至少每兩年要進行一次檢討與修訂。此項“基板商資格認可大綱”必須隨時妥備，以供查閱之要求。

3.4 資格認可試驗 Qualification Testing

按本規範所完成的基板或膠片，須按表 3-1 之敘述對基板進行認可，及按表 3-2 對膠片認可。供應商須按本規範各試驗法將所得數據存檔，以佐證支助該板材是否能符合本規範之要求。此項資格認可試驗必須執行，以展現供應商是否能符合各基材適宜規格單所列要求的能力。原已列名於 MIL-S-13949 (1998.11.30) 合格產品名單 (QPL) 中的各種板材，當其試驗資格尚可提供審查者，則其原來資格仍被承認並認同為 3.4.1 者。

3.4.1 基板資格認可試驗 Qualification Testing Laminate

基板之資格認可必須包括薄板材與厚板材，對於 0.10 mm (0.004 in) 或更薄的基板其全套試驗資料，可適用於 0.50 mm (0.0197 in) 以下之各種厚度的基板。如所試驗的最薄板係 > 0.10 mm (0.004 in)，但卻 < 0.50 mm (0.0197 in) 者，則其試驗結果可代表此範圍的所有基板。對於基板商之厚板認可試驗者，則須具備一套對 ≥ 0.8 mm 者所試驗的資料。

3.4.2 膠片資格認可試驗 Qualification Testing Prepreg

對既定規格單中膠片之資料認可，包括其最薄補強材之形式在內，並自動將其認可延伸到各種較厚的補強材質上去。

3.5 製造商品質系統之驗證

Verification of Manufacture's Quality System

對製造商品質系統之驗證，已概要明列於 IPC-1730 之自我陳述中，可被視為是一種對買方降低風險的途徑。此等驗證可採數種方法去進行，如內部

評鑑、單獨客戶之稽核、或第三者之評鑑。

3.6 衝突 Conflict

一旦出現牴觸衝突時，則應按下列之優先次序去進行運作：

1. 訂單 Purchase Order；
2. 主圖 Master Drawing (見 6.1.1-D 或 6.1.2-D)；
3. 本規範 This Specification (注意：所附列各規格單中的內容，要比本規範的主文更為優先)；
4. 其他適用文件 Applicable Documents (見 2.)。

3.7 原物料 Materials

3.7.1 金屬箔之壓附 Metal Cladding

所用金屬箔須符合 IPC-4562, IPC-CF-148, IPC-CF-152, 或供需雙方所同意者之各種品質要求。至於業界規範尚未涉及的其他可選用金屬壓附銅箔而言，其等之品質要求須經供需雙方之同意。

3.7.2 補強布材 Reinforcement Fabric

補強布材之結構須遵照 IPC-4412、IPC-SG-141、IPC-A-142 與 IPC-4410、IPC-4411、IPC-4130 與 IPC-QF-143 等規範之規定。對本規範尚未涉及的其他可選用補強布材，其等品質要求須經供需雙方之同意。

3.7.3 樹脂系統 Resin Systems

用於製造基板或膠片之樹脂系統 (指配方面言)，須遵照本規範所列各單獨規格單 (見 1.1.1) 之規定。至於業界規範尚未涉及的樹脂系統，其等之品質要求須經供需雙方之同意。

3.8 概要性要求 General Requirements

如能符合後列起碼要求 (即 3.8.1.1 ~ 3.8.1.4) 與適宜規格單中的品質要求，或經供需雙方所同意者，其基板或膠片須被允收。除非另有規定，否則各種品質要求只適用於 3.8.1.1 到 3.8.1.4 所規定的工作區之中。雙面基板材料，當受到金屬與基材之間關係所影響的各種品質要求者，則須對每一面都要進行檢查。另見適用的特定檢查方法。

【原註】當採購單位執行各項試驗時，其待檢之膠片應按 3.17 的規定做正確的貯存，並須到廠後盡快進行試驗 (不可超過 5 天)。

3.8.1 完工之張板或裁板 Fabricated Sheets and Panels

3.8.1.1 完工張板之材料 Fabricated Laminate Sheet Material

完工張板係指大於或等於 0.55m^2 之任何尺寸板子而言，該完工張板的工作面積，可考慮為去掉週邊 25mm 寬度後的其他中間板面。

3.8.1.2 完工裁板之材料 Fabricated Laminate Panel Material

完工板面係指小於 0.55m^2 之任何尺寸板子而言，該完工裁板的工作面積可考慮為去掉週邊 13mm 寬度的其他中間板面。

3.8.1.3 完工膠片之裁片 Fabricated Prepreg Panels

通常裁切到尺寸的膠片，其裁切成品原則上都應小於 0.55m^2 (指長×寬，且包括工具孔或其他切口在內)，至於其 $15 \pm 3\text{mm}$ 的工作邊寬則應排除在外。

3.8.1.4 完工膠片之捲材 Fabricated Prepreg Rolls

捲材式膠片須具連續性長度，其成捲者可對本身庫存以及用戶生產時帶來方便。此等膠片之工作面積須包括外圍 $25 \pm 5\text{mm}$ ($0.984 \pm 0.197\text{in}$) 的邊寬在內。

捲材標示長度中不適合做為生產者，不可超過 5%。此處係包括接頭 (Splices)、試驗之取樣區，與長度中之非接頭性折斷者在內。捲材之長度中為填補不適宜做板類生產出現的損失起見，則在供需雙方同意下可於總長度上加以補償。

3.8.2 檢驗批 Inspection Lot

3.8.2.1 基板之檢驗批 Inspection Lot Laminate

此檢驗批須符合下列規格要求：

- A. 該板材只由單一“規格單”與相同的披覆金屬型別所掌管。
- B. 一鍋 One Press (即整部壓機一次所壓出的基板總數而言) 所壓出的基板，或 200 張基板，二者以數字較大者設定為“批量”。該 200 張必須由同一規格單所掌管，且為連貫壓合並由單一規格單與相同披覆金屬型別掌管之基板所組成。

3.8.2.2 膠片之檢驗批 Inspection Lot Prepreg

一個檢驗批中的膠片，須出自同一供應商所提供同一主捲 (Master Roll) 中的補強布材。供應商對補強布材所設置的接頭 (Splices)，在捲材中不可被視為一種變異，每種捲材至少須在起頭處或結尾處實施檢驗。當已被供需雙方所同意改變的含浸製程，其中重要參數之改變者還須另附膠片檢驗之重點。

3.8.2.3 樣本的製備 Preparation of Samples

除非另有規定，樣本 (Samples) 或試樣 (Test Specimens) 須按廠內 (In-House) 標準作業方法去製取。如需採用進一步的仲裁公斷 (Referee) 方法時，也必須取得供需雙方的同意。

3.8.2.4 對銅箔試樣之蝕刻過程與蝕刻劑

Etching Process and Etchant Removal for Copper Foil Specimens

除非另有規定，任何標準步驟皆可使用，但 IPC-TM-650 中的 2.3.6、2.3.7 或 2.3.7.1 等方法均可做為公斷法。

3.8.2.5 標準實驗室狀況 Standard Laboratory Conditions

除非另有規定，均須遵照 IPC-QL-653 中對實驗室所規定的狀況去執行所有的檢驗。

3.8.3 目檢特性 Visual Properties

3.8.3.1 基板之目檢特性 Laminate Visual Properties

基板須按表 3-1 方式進行試驗。除非另有規定，試樣的工作面積須在正常視力 20/20 下去做檢查。並將其品質最差 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 之區域，另以十倍放大再做檢查。一般目檢可在室溫與室內濕度下執行。

3.8.3.1.1 銅箔壓痕 Foil Indentations

對銅面的各種壓痕需以 20/20 的視力去做局部的檢查，每一銅箔壓痕的最長尺度，至少應在放大四倍鏡頭中，以適當的鏡面髮線 (Reticule) 去做量測，出現爭議時可再以十倍放大進行公斷。當任何刮痕深度對標示銅箔厚度 $\geq 5\%$ 而 $< 20\%$ 者，其刮痕長度之允收上限為 100mm (3.937in)。表面之品質

等級（另見 1.1.5 及 6.1.1-F），須由表 3-3 所規定 300mm × 300mm (11.81 in × 11.81 in) 區域內的銅箔壓陷總點值所決定。

表 3-3 壓痕最大尺寸之點值

最長尺度 Longest Dimension	點值 Point Value
0.13~0.25 mm	1
0.26~0.50 mm	2
0.51~0.75 mm	4
0.76~1.00 mm	7
>1.00 mm	30

表面之品質等級（另見 1.1.5 及 6.1.1-F），須由表 3-4 所規定 300 mm × 300 mm (11.81 in × 11.81 in) 區域內的銅箔壓陷總點值所決定。

表 3-4 表面品質等級

表面品質等級	上限點值	其他品質要求
Class A ¹	29	
Class B	17	
Class C	5	最長尺度需 ≤ 380 μm (14.96 mil)
Class D ²	0	最長尺度需 ≤ 125 μm (4.92 mil)；膠點=0
Class X	AABUS	

1. 除非另有規定，否則須遵照 Class A 的品質要求。
2. 當指定為 Class D 時之其它有關品質項目，也同時被 IPC-4562 就此品級做了相同的要求。

3.8.3.1.2 皺紋 Wrinkles

在正常視力或改正視力 20/20 下，對原張板面或裁切板面的檢查時，其所壓附的金屬箔不可出現皺紋。

3.8.3.1.3 刮痕 Scratches

凡任何缺點刮痕深度超過標示箔厚 20% 者，皆不可允收，例如 17 μm (0.669 mil) 銅箔上所出現 3.4 μm (0.134 mil) 深的刮痕即是。且於 300 mm × 300 mm (11.81 in × 11.81 in) 面積中其刮痕也不可超過 5 個。凡刮痕深度低於（銅箔）標示厚度 5% 者，則不管其長度是多少皆不計為缺點。針對某標示銅箔厚度之任何刮傷，凡其深度 ≥ 5% 而又 < 20% 者，其刮傷長度之允收上限為 100 mm (3.937 in)。

3.8.3.1.4 單面金屬箔基板其塑膠板面之表面修飾

Plastic Surface Finish of Metal-clad One-sided Base Material

基板上無金屬箔壓附之塑膠表面，其來自於硬化製程者，不可出現缺膠 (Resin Starved) 或壓痕區域。

3.8.3.1.5 雙面處理之外，其他硬化後金屬箔之表面修飾

Surface Finish of Foil after Curing Except for Double Treat

除非另有規定（見 6.1.1-J），凡出現樹脂硬化過程的銅面變色應可允收。

3.8.3.1.6 表面與次表面之瑕疵 Surface and Subsurface Imperfections

蝕銅後的板面也須進行檢驗，以證明次表面瑕疵尚不致超過後列之情形。

該板面須利用光學儀器或放大4倍以上的光學輔助器(Aid)去進行檢驗。進一步仲裁公斷之放大倍率，則須在十倍下去執行。檢驗之照明情況須適合待檢板子的型式、等級與厚度，或經供需雙方的同意。表面與次表面之各種瑕疵(如織紋顯露、樹脂不足、刮痕、空洞、外來夾雜物等)，當其尚能符合下列規定者，則可允收：

- A. 補強布材尚未被切斷或曝露。
- B. 每 0.55 m^2 (5.92 ft^2) 所檢驗的表面中，其金屬殘渣不可超過1個，而此一殘渣圓形面積的直徑也不可超過 0.125 mm (0.0049 in)。
- C. 所包夾在內的任何金屬粒子，不管尺寸大小如何均不允許。
- D. 經熱應力試驗效果後，其等瑕疵均不可擴大。
- E. 外表夾雜物是透明者。
- F. 不透明的外來纖維物，其長度應 $\leq 13 \text{ mm}$ (0.512 in)，且每 $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ ($11.8 \text{ in} \times 11.8 \text{ in}$) 之檢面中此等外物不可超過一個。
- G. 纖維以外的不透明物，其大小不可超過 0.50 mm (0.019 in)，而小於 0.13 mm (0.005 in) 的外物則可不必計較。尺寸在 0.50 mm (0.019 in) \sim 0.13 mm (0.005 in) 之間的不透明外物，在每 $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ ($11.8 \text{ in} \times 11.8 \text{ in}$) 檢面中平均不可超過1點。
- H. 空洞最長的尺寸尚未超過 0.075 mm (0.0029 in)，而且也未形成空洞群 [Void Clusters, 指 3.2 mm (0.125 in) 圈內有三個以上的空洞] 的聚集。

3.8.3.2 膠片目檢特性 Prepreg Visual Properties

膠片試樣須遵照表6之規定去執行試驗，膠片之目檢應在20/20正常視力下去執行。

3.8.3.2.1 夾雜物 Inclusions

任何金屬夾雜物皆不可允收。至於非金屬性的夾雜物或外物，當其最大尺寸尚未超過 0.5 mm (0.0019 in)，且裁切板每 $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ ($11.8 \text{ in} \times 11.8 \text{ in}$) 表面中，或 610 mm (24.02 in) \times 寬度的樣本中，其數目也未超過2個者，則可加以允收。

3.8.3.2.2 含浸瑕疵 Impregnation Imperfections

當尚能符合下列規格時，則因含浸而產生的瑕疵應可允收：

- A. 從補強布瑕疵處所增加的膠片厚度尚未超過99%時。
- B. 不沾(親)膠區域(Dewetted Area)，尚未超過 2.3 mm (至少已量測兩個尺寸)。
- C. 針孔區域也未超過 0.65 mm 。
- D. 補強布材發生扭曲(經緯線出現變異)，每 300 mm 中尚未超過 25 mm 者。
- E. 出現摺痕並曝露補強布材者尚未超過 15 mm 。
- F. 並未出現銀條(Silver Streaks, 指長條狀未沾膠之布材區)，雪茄洞(未沾膠之點狀布材)等缺點。
- G. 並未出現棕條(Brown Streaks, 指玻纖布經兩次高溫燒潔中，由於第二次燒潔不足，致使布面仍殘留少許焦糖狀之漿料 Sizing, 而不易沾膠所呈現之棕條缺點)。

3.8.4 尺度 Dimensional

用以量測長度、寬度、厚度，與其他尺度之量測儀，須具備足夠精準度而能達到本規範驗證的要求。

3.8.4.1 長度與寬度 Length and Width

當按適宜的表3-1或表3-2去做量測時，板材的長與寬應符合下述各種要求。

3.8.4.1.1 基板之長與寬 Length and Width Laminate

當製造商的標準尺寸長度在 0.45 ~ 3.66m 之間，寬度在 0.45 ~ 1.5m 之間者，其基板均可允收。標準尺寸者之長度與寬度不可超過標準尺寸的 $\pm 25\text{mm}$ (0.984in)。除非另有尺度的規定，從標準尺寸金屬箔壓附基板上所截取的試樣均可允收。當從標準尺寸上所裁切之較小尺寸者，則對既定長寬方面所能允許的變化，須符合表 3-5 的規定，或經供需雙方所同意者。所裁之相鄰（垂直）兩邊其每 25mm 中的垂直度（直線），必須維持在 0.075mm 以內。

表 3-5 基板長寬所允許的變化

裁板 Panel	± 公差
<300 mm (11.81 in)	± 0.8 mm (0.031 in)
300~600 mm (11.81~23.62 in)	± 1.6 mm (0.063 in)
>600 mm (23.62 in)	3.2 mm (0.126 in)
與製造商標準尺寸有關者 0.45 m ≤ 寬度 ≤ 1.5 m (1.48 ft ≤ 寬度 ≤ 4.92 ft) 0.45 m ≤ 長度 ≤ 3.6 m (1.48 ft ≤ 長度 ≤ 11.8 ft)	+25.0/-0.0 mm (+0.984/-0.000 in)

3.8.4.1.2 膠片之長與寬 Length and Width Prepreg

原張膠片之長與寬須在採購文件中加以指定（見 6.1.2-H），而該長寬所允許的變異則須按表 3-6 中的規定，或經供需雙方的同意。每 25 mm 長的相鄰兩邊中，其垂直度應維持在 0.13 mm 之內。

表 3-6 膠片長寬所允許的變化

裁片 Panel	Grade A ¹	Grade B
<300 mm (11.81 in)	± 1.6 mm (0.063 in)	± 0.8 mm (0.03 in)
300 mm~600 mm (11.81~23.62 in)	± 3.2 mm (0.126 in)	± 1.6 mm (0.063 in)
>600 mm (23.62 in)	± 6.4 mm (0.252 in)	± 3.2 mm (0.126 in)
Rolls 捲材		
Width 寬度	+6.4/-0.0 mm (+0.252/-0.000 in)	
Length 長度	規定數值的 1%	

1. 除非另有規定，否則均應適用 Grade A 的品質要求

3.8.4.1.3 膠片捲材之寬度 Prepreg Roll Width

指捲材膠片之寬度在採購文件中（見 6.1.2-H）加以規定。既定數字的材料寬度應維持在 +6.4/-0.0 mm 之內。

3.8.4.1.4 膠片捲材之長度 Prepreg Roll Length

膠片之捲材長度須在採購文件中加以規定（6.1.2-H），其長度須維持在指定數字的 $\pm 1\%$ 之內。

3.8.4.2 厚度 Thickness

3.8.4.2.1 基板之 Class A、B 與 C 厚度

Thickness Class A、B and C Laminate Materials

對 Class A、B 與 C 之板材而言，其在基板厚度不含金屬箔之下，須以微

米分厘卡 (Micrometer) 去量測讀值 (見圖 3-1)。

3.8.4.2.2 基板之 Class D 厚度 Thickness Class D Laminate Materials

對 Class D 之基板而言，須按表 3-7 以微切片方式量測厚度。每個試樣上應製作三個切片，每個切片均應座落在試樣的獨立角落，且不可逼近到任何 25 mm (0.984 in) 邊寬之內。其基板厚度須按圖 3-1 方式去量測，並在上下壓附金屬箔之最近處去量測讀值 (見圖 3-1)。

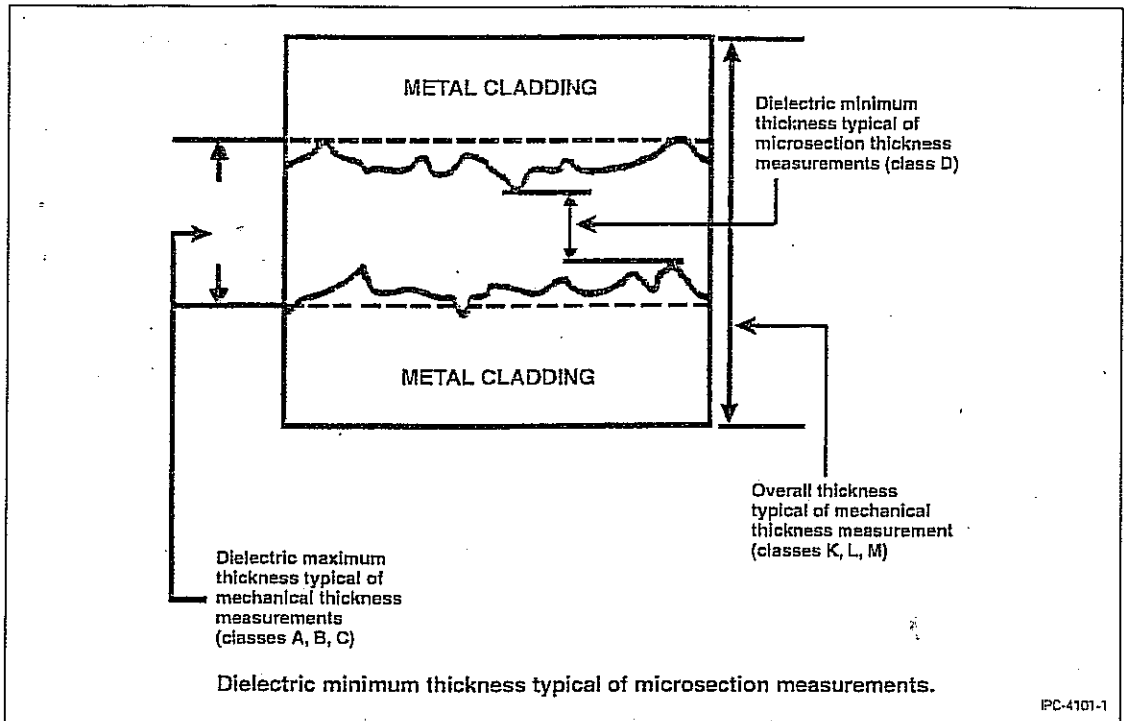


Figure 3-1 Thickness Measurements for Laminates

3.8.4.2.3 基板之 Class K, L, M 厚度 Thickness Class K, L, M Laminate Materials

對 Class K, L, M 之基板而言，連同壓附金屬箔在內的基板厚度，須按圖 3-1 方式以微米分厘卡去進行量測。

3.8.4.2.4 基板厚度之公差 Thickness Tolerance Laminate Materials

工作區內 (指不含邊寬者) 的基板厚度須遵照表 3-7 的規定。至於供應商提供的原張基板或裁切到尺寸的裁板，其工作區外的厚度變化，對指定的公差而言，不可超過其標示數值的 125% 以上。

3.8.4.3 基板的板彎與板翹 Bow and Twist Laminate Materials

當試樣按表 3-1 進行試驗時，板彎與板翹的允收規格已訂定於表 3-8 之中，或經供需雙方所同意者。但此等規格並不適用於介質層厚度低於 0.5 mm 之雙面板，或雙面壓附不等金屬箔之厚度而 $\geq 0.065\text{mm}$ [0.0025 in] 者。

3.8.4.3.1 張板與裁板二者尺度大於 300 mm 者 (11.81 in) Sheets and Panels with Both Dimensions > 300 mm (11.81 in)

從張板或裁板上裁取 300 mm × 300 mm (11.81 in × 11.81 in) 的試樣時，須不可導致試樣額外的板彎與板翹 (例如，當裁切試樣時，其每次裁切的裁邊均應緊貼在剪裁檯面上，以減少額外彎翹的發生)。

【譯註】一般衝切剪斷式的簡單剪床，必須在剪斷前之瞬間備有壓力腳緊壓基板，其剪斷動作才不致造成板子的彎翹。

3.8.4.3.2 裁板有一邊或兩邊的尺度小於 300 mm (11.81 in) Panels with One or Both Dimensions < 300 mm

如所裁的板面其雙邊尺寸都小於 300 mm 時，則以到貨的板面做為試樣。如有一邊超過 300 mm 時，則應切回到 300 mm 之內當成試樣。

表 3-7 基板之厚度與公差

基板厚度 mm (in)	Class A/K mm (in)	Class B/L mm (in)	Class C/M mm (in)	Class D mm (in)
0.025~0.119 (0.0009~0.0047)	± 0.018 (0.0007)	± 0.018 (0.0007)	± 0.013 (0.0005)	-0.013 mm (0.0005) +0.025 mm (0.0009)
0.120~0.164 (0.0047~0.0065)	± 0.038 (0.0015)	± 0.025 (0.0009)	± 0.018 (0.0007)	-0.018 mm (0.0007) +0.030 mm (0.0012)
0.165~0.299 (0.0065~0.0118)	± 0.050 (0.0019)	± 0.038 (0.0015)	± 0.025 (0.0009)	-0.025 mm (0.0009) +0.038 mm (0.0015)
0.300~0.499 (0.0118~0.0196)	± 0.064 (0.0025)	± 0.050 (0.0019)	± 0.038 (0.0015)	-0.038 mm (0.0015) +0.050 mm (0.0019)
0.500~0.785 (0.0197~0.0309)	± 0.075 (0.0029)	± 0.064 (0.0025)	± 0.050 (0.0019)	-0.050 mm (0.0019) +0.064 mm (0.0025)
0.786~1.039 (0.0309~0.04091)	± 0.165 (0.0065)	± 0.10 (0.004)	± 0.075 (0.0029)	N/A
1.040~1.674 (0.04091~0.06594)	± 0.190 (0.0075)	± 0.13 (0.005)	± 0.075 (0.0029)	N/A
1.675~2.564 (0.06594~0.10094)	± 0.23 (0.009)	± 0.18 (0.007)	± 0.10 (0.004)	N/A
2.565~3.579 (0.10094~0.14091)	± 0.30 (0.012)	± 0.23 (0.009)	± 0.13 (0.00512)	N/A
3.580~6.350 (0.14094~0.250)	± 0.56 (0.022)	± 0.30 (0.012)	± 0.15 (0.006)	N/A

表 3-8 基板所允許之板彎板翹，%

基板厚度， $0.50 \text{ mm} \leq t \leq 0.78 \text{ mm}$ ($0.0197 \text{ in} \leq t \leq 0.0307 \text{ in}$)	
Single Sided Panel Size, $l \leq 200 \text{ mm}$ (7.874 in)	2.0%
Single Sided Panel Size, $200 \text{ mm} < l \leq 300 \text{ mm}$ (7.874 in < $l \leq 11.81 \text{ in}$)	2.0%
Double Sided Panel Size, $l \leq 200 \text{ mm}$ (7.874 in)	1.0%
Double Sided Panel Size, $200 \text{ mm} < l \leq 300 \text{ mm}$ (7.874 in < $l \leq 11.81 \text{ in}$)	1.5%
基板厚度， $0.78 \text{ mm} < t \leq 1.67 \text{ mm}$ ($0.0307 \text{ in} < t \leq 0.0657 \text{ in}$)	
Single Sided Panel Size, $l \leq 200 \text{ mm}$ (7.874 in)	1.5%
Single Sided Panel Size, $200 \text{ mm} < l \leq 300 \text{ mm}$ (7.874 in < $l \leq 11.81 \text{ in}$)	1.5%
Double Sided Panel Size, $l \leq 200 \text{ mm}$ (7.874 in)	0.5%
Double Sided Panel Size, $200 \text{ mm} < l \leq 300 \text{ mm}$ (7.874 in < $l \leq 11.81 \text{ in}$)	1.0%
基板厚度， $t > 1.67 \text{ mm}$ ($t > 0.0657 \text{ in}$)	
Single Sided Panel Size, $l \leq 200 \text{ mm}$ (7.874 in)	1.5%
Single Sided Panel Size, $200 \text{ mm} < l \leq 300 \text{ mm}$ (7.874 in < $l \leq 11.81 \text{ in}$)	1.5%
Double Sided Panel Size, $l \leq 200 \text{ mm}$ (7.874 in)	0.5%
Double Sided Panel Size, $200 \text{ mm} < l \leq 300 \text{ mm}$ (7.874 in < $l \leq 11.81 \text{ in}$)	1.0%

3.9 物性要求 Physical Requirements

3.9.1 基板之物性強度 Physical Requirements Laminate Materials

3.9.1.1 抗撕強度 Peel Strength

當試樣按表 3-1 規定進行試驗時，各型銅箔之抗撕強度均須達到 3.9.1.1.1 至 3.9.1.1.3 之品質要求。對銅箔以外的其它金屬箔而言，則其附着力試驗法與測值均須供需雙方的同意。

各種銅箔厚度均可鍍到 $35 \mu\text{m}$ (0.001 in)，而待檢之抗撕強度則採用原有的規定數值。

3.9.1.1.1 熱應力後之抗撕強度 Peel Strength after Thermal Stress

當試樣按表 3-1 之規定進行試驗時，其熱應力後抗撕強度的平均下限值，須符合適宜規格單之規定。

3.9.1.1.2 高溫中抗撕強度 Peel Strength at Elevated Temperature

當試樣按表 3-1 做試驗時，各試樣均須符合適宜規格單之各種品質要求。

3.9.1.1.3 濕製程後之抗撕強度 (選做項)

Peel Strength after Process Chemicals (Options)

當試樣按表 3-1 進行試驗時，其濕製程後抗撕強度的平均下限值，須符合適宜規格單中之規定。

3.9.1.2 尺度安定性 Dimensional Stability

當試樣按表 3-1 之規定進行試驗時，其尺度安定性標示值須經供需雙方的同意。除非訂單另有規定，或供需雙方同意的其他方式，否則尺度安定性的公差須採下列之 Range B：

Range A 300 ppm (± 0.0003 cm/cm [0.0003 in/in])

Range B 200 ppm (± 0.0002 cm/cm [0.0002 in/in])

Range C 100 ppm (± 0.0001 cm/cm [0.0001 in/in])

Range X 未指定，不適用，或經供需雙方所同意者。

3.9.1.3 抗撓強度 (撓性強度) Flexural Strength

有金屬箔壓附的試樣，須按 3.8.2.4 之做法，先將金屬箔徹底蝕除乾淨。再按表 3-1 之規定進行試驗，其平均下限之抗撓強度值，須符合適宜規格單中之規定。

3.9.1.4 高溫中之抗撓強度 Flexural Strength at Elevated Temperature

試樣上的金屬箔須按 3.8.2.4 做法將之全部蝕除，再按表 3-1 進行試驗時，其高溫中抗撓強度須符合適宜規格單中之規定。

3.9.2 膠片之物性品質要求 Physical Requirements Prepreg Materials

3.9.2.1 膠含量 Resin Content

特定補強布材上的膠含量，須由膠含量法或總處理增重法等指定法去量測。

3.9.2.1.1 百分膠含量 (RC) (處理增重法)

Resin Content Percent (RC) (by Treated Weight)

當試樣按表 3-2 進行試驗時，其百分膠含量須符合適宜規格單中的規定，或經供需雙方所同意的數字。一旦有爭議時，其仲裁公斷之試驗法，應遵照 IPC-TM-650 之 2.3.16.1 試驗法 (見 3.9.2.1.2)。

3.9.2.1.2 百分膠含量 (RC) (燃燒法)

Resin Content Percent (RC) (by Burn-Off)

當試樣按表 3-2 進行試驗時，其百分膠含量須符合適宜規格單中的規定，或供需雙方新同意的數字。

3.9.2.1.3 處理後總增重 (TW) Treated Weight Total (TW)

當試樣按表 3-2 進行試驗，樹脂之處理總增重再合併補強布材之總重，須符合適宜規格單中的規定，或供需雙方所同意的數字。

3.9.2.1.4 裁片內的變化 Variation within a Panel

膠含量之變化不可超過適宜規格單中所指定的數字，也不可超過供需雙方新同意的數字。

3.9.2.2 流量參數法 Flow Parameter Method

在某種情況下，其膠流量須按採購文件之明示而指定為：膠流量 Resin Flow (MF)，比例流量厚度 Scaled Flow Thickness (SC)，非流量 No Flow (NF)，流變流量 Rheological Flow (RE)，Delta H (DH)，或百分硬化度 (PC)；或經供需雙方所同意者。

3.9.2.2.1 百分膠流量 (MF) Resin Flow Percent (MF)

當試樣按表 3-2 進行試驗時，其百分膠流量之標示值，須在採購文件中加以規定。且其百分膠流量值的公差，也須符合適宜規格單中的要求，或經供需雙方所同意的數字。

3.9.2.2.2 比例流量 (所測之) 厚度 (SC) Scaled Flow Thickness (SC)

當試樣按表 3-2 進行試驗時，其每張 (per Ply) 膠片的標示厚度值，須在採購文件加以規定。而每張厚度的變化須不可超過適宜規格單中的標示厚度值，也不可超過供需雙方所同意的數字。

3.9.2.2.3 非流性膠片 (NF) No Flow (NF)

當試樣按表 3-2 進行試驗時，其非流性之流膠範圍標示值，須在採購文件中加以規定。而百分膠流量或非流量等之變化，不可超過適宜規格單中所指定之標示值，也不可超過供需雙方所同意的數字。

3.9.2.2.4 流變流量 (RE) Rheological Flow (RE)

當試樣按表 3-2 進行試驗時，則流變流量的標示值與公差均須符合採購文件中的規定，或經過供需雙方所同意的數字。

3.9.2.2.5 Delta H (DH)

當試樣按表 3-2 進行試驗時，採購文件中須規定 Delta H 與公差的標示值，或經過供需雙方所同意的數字。

3.9.2.2.6 百分硬化度 (PC) Percent Cure (PC)

當試樣按表 3-2 進行試驗時，其百分硬化之標示值與公差，均須符合採購文件中的規定，或經過供需雙方所同意的數字。

3.9.2.2.7 膠性時間 (GT) (選做試驗) Gel Time (GT) (Optional Test)

當試樣按表 3-2 進行試驗時，採購文件中須已規定出膠性時間的標示值。此膠性時間的變化不可超過適宜規格單中所規定的標示值，也不可超過供需雙方所同意的數字。

3.9.2.2.8 揮發份 (VC) (選做試驗) Volatile Content (VC) (Optional Test)

當試樣按表 3-2 進行試驗時，其揮發份不可超過適宜規格單中之規定數字，或經供需雙方所同意的數字。

3.10 化性品質要求 Chemical Requirements

3.10.1 基板材料的化性要求

Chemical Requirements Laminate Materials

3.10.1.1 耐燃性 Flammability

當試樣按表 3-1 及 UL94 耐燃性要求進行試驗後，所得耐燃等級必須符合適宜規格單與表 3-9 中的規定。

當適宜規格單中的標示文為“不適用”(N/A)、未要求，或供需雙方所同意者(AABUS)，則該板材必須進行耐燃性試驗，其結果也應記錄在資格認可的文件中。

表 3-9 耐燃性各種品質要求

性質	品質要求	
耐燃性	示性法	
	V-0	V-1
每個試樣做完燃燒性試驗後所得之耐燃時間	≤10 秒 <	≤30 秒
每組 5 試樣共 10 次燃燒試驗後之總共時間	<50 秒	<250 秒
經兩次燃燒試驗後，試樣所出現的明燄時間	≤30 秒	≤60 秒
著火或明燄上升到達夾點之燃燒	無	無
燃粒落火而引燃織質墊紙	無	無

3.10.1.2 熱應力 Thermal Stress

當試樣按表 3-1 進行試驗時，試樣須不可出現起泡 (Blistering)、分層 (Delamination)、起皺或破裂等情形。

3.10.1.3 焊錫性 Solderability

當基板按表 3-1 之規定進行試驗時，其金屬箔壓附的表面 (指銅面) 不可出現拒錫 (Non Wetting) 或 5% 以上的縮錫 (Dewetting) 情形。試驗前其試樣應按下列方式去做清潔：

- 切下 75 mm × 75 mm (2.95 in × 2.95 in) 的試樣。
- 以異丙醇擦拭，並浸入 20% 體積比之技術級鹽酸中，維持其溫度在 21 ± 5°C (69.8°F ± 9°F)，時間為 15 秒。
- 然後將試樣以冷水噴洗 5 秒鐘，並以過濾後無油的壓縮空氣予以吹乾。

3.10.1.4 耐化性 (選做) Chemical Resistance (Optional)

當基板按表 3-1 進行試驗時，經歷化學製程後所得到的增重，須符合供需雙方所同意之數字。

3.10.1.5 金屬表面之可清潔性 Metal Surface Cleanability

當基板按表 3-1 進行試驗時，則板材金屬表面之清潔要求，須符合供需雙方所同意之標準。

3.10.1.6 玻璃態轉換溫度 (T_g) (選做) Glass Transition Temperature (T_g) (Optional)

當基板按表 3-1 進行試驗時，其 T_g 值須符合供需雙方所同意之數字。

3.10.1.7 玻璃態轉換溫度 (T_g) 之增值 (選做) Delta (T_g) (Optional)

當基板按表 3-1 進行試驗時，其 T_g 的增值須符合供需雙方所同意之數字。

3.10.1.8 平均熱脹係數 (CTE) (選做) Average Coefficient of Thermal Expansion (Optional)

當基板按表 3-1 進行試驗時，其 X 與 Y 方向的熱脹係數，須符合供需雙方所同意之數字。

3.10.1.9 總鹵素量 (選做) Total Halogen Content (Optional)

當試樣按表 3-1 試驗後，其總鹵素量須符合適宜規格單中之規定。

3.10.2 膠片之化性要求 Chemical Requirements Prepreg Materials

3.10.2.1 耐燃性 Flammability

當積層基板之試樣按表 3-2 與 UL94 耐燃性要求進行試驗後，其耐燃等級須符合適宜規格單與表 3-7 之指定者，須將膠片壓合成起碼厚度 0.50 mm (0.020 in) 之板材再去試驗。

當適宜規格單中的標示文為“不適用”(N/A)、未要求，或供需雙方所同意者(AABUS)，則該板材必須進行耐燃性試驗，其結果也應記錄在資格認可的文件中。

3.10.2.2 耐化性(選做) Chemical Resistance(Optional)

當基板按表 6 進行試驗時，經歷化學製程後所得到的增重，須符合供需雙方所同意之數字。

3.10.2.3 雙氰胺的出現(DY)(選做) Presence of Dicyandiamide(DY)(Optional)

當基板按表 3-2 進行試驗時，所出現的雙氰胺結晶，其允收量須符合供需雙方所同意之數字。

3.11 電性品質要求 Electrical Requirements

3.11.1 基板材料之電性要求

Electrical Requirements Laminate Materials

3.11.1.1 容電率 Permittivity

當試樣按表 3-1 的規定進行試驗時，該板材容電率之平均上限值，須符合適宜規格單中的規定。由於工作頻率的不同(如 1 MHz、1 GHz 等)，可採不同的指定方法去做試驗。另見 IPC-2141 有關板材結構與樹脂的容電率資料。

【譯註】此即舊式說法之介質常數 Dielectric Constant。

3.11.1.2 損失正切 Loss Tangent

當試樣按表 3-1 的規定進行試驗時，其損失正切之平均上限值，須符合適宜規格單中的規定。由於工作頻率的不同(如 1 MHz、1 GHz 等)，可採不同的指定方法去做試驗。另見 IPC-2141 有關板材結構與樹脂的容電率資料。

【譯註】此詞又稱為散失因數 Dissipation Factor。

3.11.1.3 體積電阻率 Volume Resistivity

當試樣按表 3-1 的規定進行試驗時，其體積電阻率之下限值，須符合適宜規格單中的規定。

3.11.1.4 表面電阻率 Surface Resistivity

當試樣按表 3-1 的規定進行試驗時，其表面電阻率之下限值，須符合適宜規格單中的規定。

3.11.1.5 耐電弧性 Arc Resistance

已有金屬箔的試樣，須按 3.8.2.4 所規定的方法將金屬箔完全蝕除，試驗中當電弧已跨越板面形成通路(Conducting Path)時，即表試驗已到終點或故障已經出現，此時電弧會消失而沒入板材之中。當試樣按表 3-1 進行試驗時，其耐電弧之下限值須符合適宜規格單中的規定。

3.11.1.6 介質崩潰 Dielectric Breakdown

當試樣按表 3-1 規定進行試驗時，須符合適宜規格單中對介質崩潰之規定。

3.11.1.7 抗電強度 Electric Strength

當試樣按表 3-1 規定進行試驗時，其抗電強度須符合適宜規格單中的規定。

3.11.2 膠片材料之電性品質要求

Electrical Requirements of Prepreg Materials

電性試驗所需的試樣，須自兩張已壓合全硬化的膠片所形成的樣板上截取。此板材之起碼尺寸應為 150 mm × 150 mm (5.91 in × 5.91 in)，並按製造商的生產方式所製備的板材。

3.11.2.1 容電率 Permittivity

當試樣按表 3-2 在 1 MHz 頻率下進行試驗時，其容電率之平均上限值，須符合適宜規格單中的規定。

3.11.2.2 損失正切 Loss Tangent

當試樣按表 3-2 規定進行試驗時，其損失正切（散失因數）之平均上限值，須符合適宜規格單中的規定。

3.11.2.3 抗電強度 Electric Strength

當試樣按表 3-2 規定進行試驗時，其抗電強度之下限值，須符合適宜規格單中的規定。

3.12 環境方面的品質要求 Environmental Requirements

3.12.1 基板材料在環境方面的品質要求

Environmental Requirements of Laminate Materials

3.12.1.1 吸濕性 Moisture Absorption

當指定厚度的試樣按表 3-1 規定進行試驗時，其吸濕性之平均上限值，須符合適宜規格單之規定。

3.12.1.2 耐霉性 Fungus Resistance

當按表 3-1 進行試驗時，試樣須能阻止霉菌的生長。

3.12.1.3 壓力鍋試驗（選做） Pressure Vessel (Optional)

當按表 3-1 進行試驗時，試樣評估的準則（Criteria 或譯為規格）須經供需雙方之同意。

3.12.1.4 陽極性玻纖絲導通之抗漏電增長 (CAF) (選做)

Conductive Anodic Filament (CAF) Growth (Optional)

陽極性玻纖絲導通 (CAF) 之抗漏電增長，已被認定是板材的重要品質項目，當標準試驗方法與性能水準之品質要求均已被研發完成時，則對 CAF 的品質要求將可被考慮列為規格單中的項目，即使達到該境界時，其試驗方法與性能水準的各項品質要求，仍須經供需雙方所同意。

3.12.2 膠片材料在環境方面的品質要求

Environmental Requirements of Prepreg Materials

3.12.2.1 耐霉性 Fungus Resistance

當按表 3-2 進行試驗時，試樣須能阻止霉菌的生長。

3.12.2.2 陽極性玻纖絲導通之抗漏電增長 (CAF) (選做)

Conductive Anodic Filament Growth (Optional)

陽極性玻纖絲導通 (CAF) 之抗漏電增長，已被認定是板材的重要品質項目，

當標準試驗方法與性能水準之品質要求均已被研發完成時，則對 CAF 的品質要求將可被考慮列為規格單中的項目，即使達到該境界時，其試驗方法與性能水準的各項品質要求，仍須經供需雙方所同意。

3.12.3 基板材料在外觀與尺度方面的要求

Visual and Dimensional Requirements Laminate Materials

3.13 替換性 Substituability

3.13.1 凹點凹陷等別之替換性

Substitutability of Grades of Pits and Dents

當基板被檢驗或標記成為凹點凹陷較嚴格之級別時，該基板之凹點凹陷也可替換成較低的級別。

3.13.2 厚度公差級別之替換

Substitutability of Classes of Thickness Tolerance

當基板被檢驗或標記成為厚度公差較嚴格的級別時，也可被替換成厚度公差較鬆之級別。

3.13.3 替代性基板之再標記

Remarking of Substituted Laminates

當替換性基板已遵照前述各種品質要求之條款時，除非訂單中已有規定，否則無需再另加標籤至較低之等別或級別。至於批號與日期代碼則不可更改。

3.14 標記 Marking

3.14.1 基板材料之標記 Marking Laminates Materials

基板之張板 (Sheets) 或裁切到尺寸的裁板 (Panels)，均須按訂單資料加註標記。當需加設標記時，其標記位置、內容與型式等都須加以規定。以下即為可允收的標記型式：

- A. 採非腐蝕型油墨者其正常持取過程中須保持清晰可讀，但在進入 (電路板) 生產前又要很容易除掉，而且也不可影響到基材的物性或電性。
- B. 可使用非腐蝕型油墨所印文字，在正常持取過程中須保持其清晰可讀性。對板面永久性的標記而言，形同耐蝕刻之阻劑。
- C. 也可使用牢掛的標籤，且在正常持取過程中須保持清晰可讀性。
- D. 陽文之金屬打印法或刻字。

3.14.2 膠片材料的標記 Marking Prepreg Materials

膠片之原張或裁片均須在其包裝單位上貼以標籤，膠片之捲材也須在保護外袋上牢貼標籤，且其內部繞軸 (Mandrel) 的兩端也應貼附標籤。

3.14.3 運輸容器之標籤 Marking of Shipping Containers

基板與膠片其張板或切到尺寸的裁板，其包裝容器上均應貼附標籤，所有標籤均須具備牢固性，並在正常持取中應清晰可辨，標籤的位置與標記型式，均須遵守主圖或採購資料的規定。如未規定時須採供應商之標準標籤或標記，且還應包含下列資料：

- A. 原物料的規範編號與型式
- B. 製造商之材料代碼與批號
- C. 單位數量與尺度
- D. 總重量

- E. 包裝日期（發貨至客戶或倉庫的日期）
- F. 當有所需求時，加註合同編號與製造商之源頭編號
- G. 製造商的名稱與地址
- H. 製造日期（指材料含浸的日期）
- I. 膠片各種參數（至少應包括百分膠含量或總處理增重，百分膠流量厚度等）。

3.15 工藝水準 Workmanship

基板與膠片基材，須以品質均勻的方式進行製造與加工，除本規範已列的缺點外，應避免產生其他的缺點。此等缺點可能會影響到製程能力（Processability），或產品壽命與堪用能力（Survivability）。

3.16 材料安全性 Material Safety

按本規範所供應的基板或膠片材料，須具備“材料安全性資料”（M.S.D.S.），並在適當要求時的其它額外安全性資料。

3.17 膠片儲齡 Prepreg Shelf Life

除非另有規定，所供應的膠片，當按適宜規格單中品質要求而進行“狀況 1”或“狀況 2”之儲存時，必須有能力並經證明可達成所規定的各種品質要求。

狀況 1：< 5°C (41°F) 之六個月儲存

狀況 2：20°C (68°F) 及 < 50% RH (相對濕度) 之三個月儲存

為使材料能符合本規範與按本規範出示證明起見，過期膠片銷售出貨至用戶之前，必須經供應商或授權分銷商之再試驗，及按本規範再出示證明。為了出售已證明的材料，供應商或授權分銷商所做的再試驗與再出證中，其膠片的儲齡仍需自製造日算起。膠片儲存不可出現催化性的環境，例如紫外線或過度的放射能等因素。膠片使用前，須使其就製程狀況完成平衡處理。

4. 品保條款 QUALITY ASSURANCE PROVISIONS

4.1 品質系統 Quality System

基板與膠片製造商所選用符合規範（指常規出貨之品檢）性的試驗頻度，須在品質系統之文件中加以記載。

4.2 檢驗之責任 Responsibility for Inspection

除非採購訂單中另有規定，否則供應商應負起此處指定所有品質要求的檢驗責任。除非採購訂單另有規定，否則供應商可利用自有的或任何其他設施，去執行此處品質要求的檢驗工作。

4.2.1 試驗設備與檢驗設施

Test Equipment and Inspection Facilities

供應商應建立及維持足夠準確度、品質，與數量之試驗與量測設備以及檢驗設施，以便能執行所需的檢驗工作。並須遵從 ANSI/NCSL Z540-1-1994 或 ISO 1001201 之規定，去建立及維持校驗系統（Calibration System），以控管量測與試驗設備之準確度。

4.2.2 標準實驗室條件 Standard Laboratory Conditions

除非另有規定，否則須按 IPC-QL-653 之規定試驗條件去執行所有檢驗工作。

4.3 資格認可試驗 Qualification

4.3.1 樣本 Samples

當按表 3-1 對基板的要求條款與表 3-2 對膠片的要求條款進行檢驗工作時，須對製造商尋求資格認可的每一品牌型式進行採樣，每一原張板 (Sheet) 所需之樣本數目也須按表 3-1 與表 3-2 之規定，每一項單獨試驗法所需的試樣數目，須從多張板材中切取，並按規定進行檢驗。

4.3.2 頻度 Frequency

每種材料 (各規格單所列出者) 須進行一次之資格認可工作，當供應商被要求須提供足夠的資料，正如“製造商品質系統”(MQS) 中所認定一樣，其所供應的材料均已按本規範完成認可。按本規範所認可的材料，其資料紀錄須列於 IPC-LQP-1730 供應商提供的“自我陳述”(SD) 格式中。

4.3.3 資格認可之延續 Retention of Qualification

製造商對“基板商資格認可大綱”(IPC-LQP-1730) 中所記載之資料，須執行定期驗證之工作，以正確的反映出整體製程能力，此種期限不可超過兩年。

4.4 品質符合 (常規出貨) 檢驗 Quality Conformance Inspection

基板與膠片供應商之“製造商品質系統”中，須登載品質符合 (常規出貨) 檢驗之內容。如此等成文品質系統中尚未具備此類內容者，則基板部份須按表 3-1，膠片部份須按表 3-2 去執行品質符合試驗。用戶所要求的額外試驗，則須納入在採購訂單中。

4.4.1 頻度 Frequency

常規出貨品質符合試驗之頻度，須在“製造商品質系統”中加以規定，或按表 3-1 對基板與表 3-2 對膠片的規定，或遵從採購訂單之規定。當按表 3-1 對“批”(Lot) 的指定時，則每批中只任意抽選一張 (Sheet) 進行檢驗，當按表 3-2 對膠片“批”的指示時，則須按 3.8.2.2 去進行抽樣，並還可選取額外的樣本以滿足訂單的要求。

當表 3-1 中所顯示的頻度期限在一個月或以上者，則應按表 4-1 之說明，將基板按表 3-1 與膠片按表 4-2 進行取樣。

表 4-1 基板品質合規計劃按月、按季與按年之試驗

抽樣期間總生產之基板張數	抽樣量	可允收之缺點數
≤200	1	0
201~1,000 (含)	2	0
1,001~10,000 (含)	3	0
≥10,000 (含)	4	0

表 4-2 膠片品質合規計劃按月、按季與按年之試驗

每次抽樣期所生產膠片之總長度	抽樣量	可允收之缺點數
≤730 m (798.3 yd)	1	0
731 m (799.4 yd) ~10,100 m (10936.1 yd)	2	0
≥10,001 m (10937.2 yd)	3	0

4.4.2 允收規格 Acceptance Criteria

對於所有按批、按月、按季、與按年所做之抽樣試驗，其缺點允收數均為 0。任何試驗後的試樣皆不許出現故障。

4.4.3 剔退批 Rejected Lots

當一個檢驗批次被拒收剔退時，供應商可進行重工以改善其缺點，或排除有缺點的單位然後再重新送檢。再次送檢者須採用較嚴的檢驗方式，且此等再驗批必須與新驗批區隔分開。當該批被退的材料仍留在製造商之設施者，則應清楚加以鑑別為再驗批。如其缺點無法排除時，則供應商自其額外批次中抽樣並應儘可能去改善製程。如額外檢驗批次中仍出現相同缺點時，供應商須負責告知用戶有關的問題。

4.4.4 合規資料之保存 Conformance Data Retention

品質合規各種資料自試驗之日起，至少須保留三年。

4.4.5 合規保證書 Certificate of Conformance

合規保證書至少應包含下列項目：

- 供應商之名稱與地址
- 按分級方法（見 1.1）所擬的示性代碼
- 供應商的等別代碼
- 所保證板材的批次代碼
- 加證後列說明“此板材係遵照本規範之品質條款及適宜規格單而完成製造、試驗及合格者，例如“IPC-4101/21”
- 公司授權代表頭銜與原始簽名

4.5 統計製程管制 Statistical Process Control (SPC)

利用“統計製程管制”(SPC)之統計技術，對製程與產出(Outputs)進行分析，此分析之目的是為了採取適當行動以改善製程能力。SPC的主要目的是在持續降低製程、產品，與售後服務方面的變異，使產品能符合或超出客戶的品質要求。SPC的實施方法須遵照 IPC-PC-90 的規定，就特定產品實施 SPC 的進度情形，供應商可採下列任一種方式去展現其對規範的遵從性：

- 品質符合評檢（即常規出貨檢驗）
- 終端產品之管制
- 製程中管制
- 製程與參數之管制

供應商可選用上述四種品保技術之各種組合，以證明其遵從性(Compliance)。

舉例：當某產品有 15 項品質須符合規範，其中常規出貨檢驗有兩項，製程中檢驗有 5 項，製程參數管制有 5 項，而其餘 3 項須符合規範者為製程中管制與常規出貨檢驗兩者之綜合。從 SPC 實施方案所認知遵從規範的佐證，可經由客戶或指定第三者的監督。

各種品質要求都具有強制性，且具全球業者所認可的基礎。品質要求也可說成是針對目標值，一旦產生變異時的一種降低方案，或對

規範與主圖等只求及格心態的反對做法。

5. 發運準備 PREPARATION FOR DELIVERY

5.1 材料之包裝 Packaging Materials

針對運輸儲存中的腐蝕、劣化變質、及外傷等情況，基板與膠片基材之包裝須具有適當的保護作用。

5.2 授權之分銷商 Authorized Distributors

基板與膠片基材製造商可授權某些分銷商，以代理銷售、製造、與檢驗之業務，對授權代理商所經手的材料，製造商須負責保證能夠符合本規範之適宜品質要求。授權分銷商須負責達成 3.8.3、4.2、4.2.1、5.1 及 6.1 等章節之適宜要求，並也須達成製造商所授權的部份工作，至於對分銷商的稽核型式與稽核頻度，則須取決於“製造商的品質系統”中的規定。

6. 附註 NOTES

6.1 訂購資訊 Ordering Information

6.1.1 基板材料訂購資料 Ordering Data Laminate Materials

訂購訂單中須納入下列資料：

- A. 本規範之標題、編號、及版本代字。
- B. 規格單之編號及版本。
- C. 本規範任何特定的豁免事項。
- D. 任何適用藍圖的標題、編號、及發行日期。
- E. 任何適用的發運準備資訊（見 5.）。
- F. 板材的分級鑑別表示法（見 1.1）及標記指示。
- G. 任何適用的常規出貨檢驗（見 4.4）。
- H. 材料之標示厚度、寬度、及長度（見 3.8.4）。
- I. 尺度安定性標示值之公差範圍（見 3.9.1.2）。
- J. 供需雙方所同意的例外事項。
- K. IPC-TM-650 以外的其他試驗方法，或指定試驗方法之不同內容等的說明。
- L. 所要求的適用證明書。
- M. 適用時所要求的試驗數據報告與所需的試驗方法。

6.1.2 膠片材料之訂購資料 Ordering Data Prepreg Materials

訂單中應指定下列事項：

- A. 本規範之標題、編號、及版本代字。
- B. 規格單之編號及版本。
- C. 本規範任何特定的豁免事項。
- D. 任何適用藍圖的標題、編號、及發行日期。
- E. 任何適用的發運準備資訊（見 5.）。
- F. 板材的分級鑑別表示（見 1.1）及標記指示。
- G. 任何適用的常規出貨檢驗（見 4.4）。
- H. 材料之標示厚度、寬度、及長度（見 3.8.4）。

- I. 在A項之外，任何適用的特性要求的等次。
- J. A群膠含量參數與標示數值（見1.1.7）。
- K. B群膠流量參數與標示數值（見1.1.7）。
- L. C群其他任何適用之膠片參數（見1.1.7）。
- M. IPC-TM-650以外的其他試驗法，或指定試驗法之不同內容等的說明。
- N. 所要求的適用證明書。
- O. 適用時，所要求的試驗數據報告與所需的試驗方法。

6.2 新材料 New Materials

歡迎用戶與材料開發者提供新材料的資訊，以備“IPC基板及膠片委員會”之審查。凡本規範尚未列入之金屬箔壓貼之基板板材，而用戶欲祈求本規範採行者，其規格單中可列名為L + 0 (L0)，而膠片之規格單中則可列名為P + 0 (P0)。

上述出版品供應地址為：

IPC, 2215 Sanders Road, Northbrook, IL 60062。

為方便起見，IPC-TM-650中的適用方法，已加印前附列於本規範之後，在本規範發行之有效期中，所附列各試驗法均須為最新之版本。本規範版本修訂之外，各試驗方法也可單獨修正。用戶應檢查所選用的IPC-TM-650是否為最新的方法，或聯絡IPC瞭解最新狀況。上述出版品供應地址為：

Standardization Documents Order Desk, Building 4D, 700 Robbins Avenue, Philadelphia, 19111-5094。

Revision Date: July 2001

SPECIFICATION SHEET

SPECIFICATION SHEET #:	IPC-4101/21	
REINFORCEMENT:	1: Woven E-glass	2: N/A
RESIN SYSTEM:	Primary: Difunctional epoxy	
FLAME RETARDANT MECHANISM:	Bromine	Secondary 2: N/A
FILLERS:	N/A	NEMA Minimum UL94 Requirement: V-1
ID REFERENCE:	UL/ANSI: FR-4	MIL-S-13949: /4 - GF, GFN, GFK, GPF, GFM
GLASS TRANSITION (T _g):	ANSI: FR-4/21 110°C to 150°C	

LAMINATE REQUIREMENTS

Laminate Requirement	Specification <0.50 mm [0.0197 in]	Specification ≥0.50 mm [0.0197 in]	Units	Test Method	Ref. Para.
1. Peel Strength, minimum					3.9.1.1
A. Low profile copper foil and very low profile copper foil - all copper foil >17 μm [0.669 mil].	0.70 [4.00]	0.70 [4.00]	N/mm [lb/in]	2.4.8	3.9.1.1.1 3.9.1.1.2 3.9.1.1.3
B. Standard profile copper foil	0.80 [4.57]	1.05 [6.00]		2.4.8.2	
1. After thermal stress	0.70 [4.00]	0.70 [4.00]		2.4.8.3	
2. At 125°C [257°F]	0.55 [3.14]	0.80 [4.57]			
3. After process solutions	AABUS	AABUS			
C. All other foil - composite					
2. Volume Resistivity, minimum					
A. °C [°F] - 96/35/90 [204.8/95/194]	10 ⁸	-	MΩ-cm	2.5.17.1	3.11.1.3
B. After moisture resistance	-	10 ⁶			
C. At elevated temperature E-24/125	10 ³	10 ³			
3. Surface Resistivity, minimum					
A. °C [°F] - 96/35/90 [204.8/95/194]	10 ⁴	-	MΩ	2.5.17.1	3.11.1.4
B. After moisture resistance	-	10 ⁴			
C. At elevated temperature E-24/125	10 ³	10 ³			
4. Moisture Absorption, maximum	-	0.80	%	2.6.2.1	3.12.1.1
5. Dielectric Breakdown, minimum	-	40	kV	2.5.6	3.11.1.6
6. Permittivity at 1 MHz, maximum (Laminate & prepreg as laminated)	5.4	5.4	-	2.5.5.2 2.5.5.3 2.5.5.9	3.11.1.1 3.11.2.1
7. Loss Tangent at 1 MHz, maximum (Laminate & prepreg as laminated)	0.035	0.035	-	2.5.5.2 2.5.5.3 2.5.5.9	3.11.1.2 3.11.2.2
8. Flexural Strength, minimum					
A. Length direction	-	415 [60,190]	N/mm ² [lb/in ²]	2.4.4	3.9.1.3
B. Cross direction	-	345 [50,040]			
9. Flexural Strength at Elevated Temperature, length direction, minimum	-	-	N/mm ² [lb/in ²]	2.4.4.1	3.9.1.4
10. Arc Resistance, minimum	60	60	s	2.5.1	3.11.1.5
11. Thermal Stress 10 s at 288°C [550.4°F], minimum					
A. Unetched	Pass Visual	Pass Visual	rating	2.4.13.1	3.10.1.2
B. Etched	Pass Visual	Pass Visual			
12. Electric Strength, minimum (Laminate & prepreg as laminated)	30	-	kV/mm	2.5.6.2	3.11.1.7 3.11.2.3
13. Flammability (Laminate & prepreg as laminated)	V-1 minimum	V-1 minimum	rating	2.3.10	3.10.2.1 3.10.1.1
14. Other	-	-			

PREPREG REQUIREMENTS

Prepreg Requirement	Specification	Units	Test Method	Ref. Para.
1. Shelf Life, minimum (Condition 1/Condition 2)	180/90	Days	AABUS	3.17
2. Reinforcement	As per IPC-4412 or AABUS.			
3. Volatile content, maximum	0.75	%	2.3.19	3.9.2.2.8
4. Prepreg Parameters	-	AABUS	AABUS	1.1.7
5. Flammability (as laminated)	V-1 minimum	s	2.3.10	3.10.2.1
6. Other	-			

*AABUS = As agreed upon between user and supplier.



IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

1.0 Scope This test method is designed to determine the minimum and maximum thickness of the base material of metallic clad laminates by microsectioning and optical measurement.

2.0 Applicable Documents

IPC-TM-650

Method 2.1.1, Microsectioning

Method 2.2.18, Determination of Thickness of Laminates, by Mechanical Measurement

3.0 Test Specimens

3.1 Size Unless otherwise specified, a specimen measuring 25.4 X 12.7 mm [1.0 X 0.5 in] shall be taken from the laminate sample.

3.2 Quantity and Sampling Unless otherwise specified, two samples shall be taken from the lot that represent the centermost area and the edges, but no closer than 25.4 mm [1.0 in] from the edge, of the as-manufactured sheet.

4.0 Apparatus or Material

4.1 Any optical inspection measuring device with a capability of 100X and 200X with an accuracy to 0.0025 mm [0.0001 in].

4.2 A microsectioning system capable of preparing specimen mounts that can be used for this procedure.

5.0 Procedure

5.1 Preparation of Specimens Each specimen to be measured shall be microsectioned in accordance with IPC-TM-650, Method 2.1.1. The long dimension of the specimen shall be in the plane of examination. Specimens may be ganged in accordance with the sampling procedure.

5.2 Evaluation Examine the entire length of the specimen. Determine and record the minimum and maximum thickness of each specimen to the nearest 0.0025 mm [0.0001 in] using 100X magnification and in accordance with Figures 1 or 2, in accordance with the applicable specification. Unless otherwise specified, Figure 2 shall be used. Any referee measurements shall be made at 200X magnifications.

Material in this Test Methods Manual was voluntarily established by Technical Committees of the IPC. This material is advisory only and its use or adaptation is entirely voluntary. IPC disclaims all liability of any kind as to the use, application, or adaptation of this material. Users are also wholly responsible for protecting themselves against all claims or liabilities for patent infringement. Equipment referenced is for the convenience of the user and does not imply endorsement by the IPC.

Number 2.2.18.1	
Subject Determination of Thickness of Metallic Clad Laminates, Cross-sectional	
Date 12/94	Revision
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

5.3 Report Report the minimum and maximum readings found from each specimen inspected, and whether the Parallel (Figure 1) or Radius (Figure 2) Method was used.

6.0 Notes Cross-sectional thickness relates to the effective electrical insulation thickness and will usually be less than that found by mechanical means (see IPC-TM-650, method 2.2.18). For determination of the laminate's contribution to overall board thickness, the mechanical approach is preferred (when measuring thin cores for multilayer applications).

