

參、實驗器材與方法

3-1 實驗材料與原料

➤ Kevlar 49 纖維：

長度 0.3mm 與 2cm，寬度 10~12 μm 。

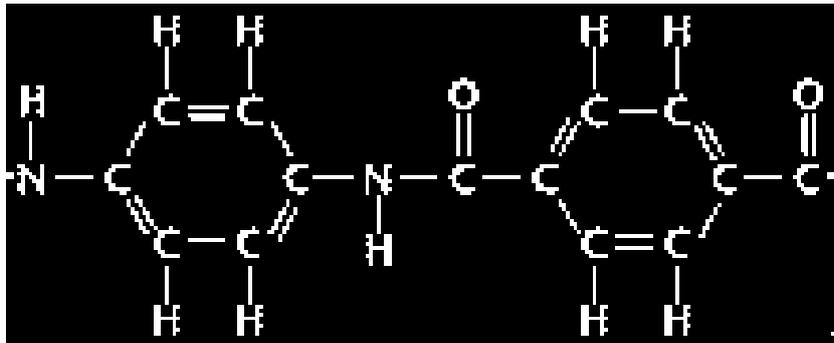


圖 3- 1 Kevlar 結構式

➤ 環氧樹脂：

長春標準型環氧樹脂(BE-188)，環氧當量為 185~195，CPS 為 13000~15000，本研究使用低黏度型環氧樹脂(為標準型填加單官能基稀釋劑)，CPS 為 1000。

➤ 環氧樹脂之硬化劑

➤ 溶劑型溴化環氧樹脂(Liquid Type Brominated Epoxy Resin)

環氧當量(EEW)= 470-490，室溫下黏度為 3500~4000cps 的金黃色澄清液體，具有良好之機械性質，也可作為提升 Tg 點之材料。

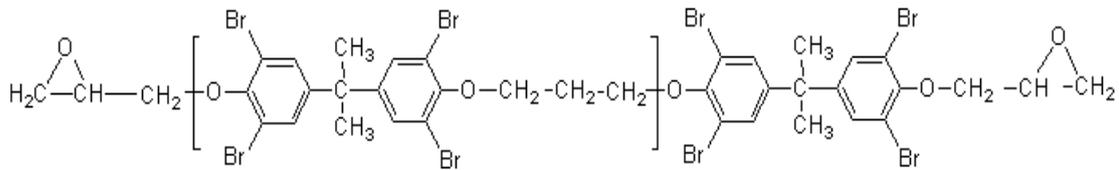


圖 3- 2 溶劑型溴化環氧樹脂結構式

➤ 溴化環氧樹脂之硬化劑

此為工業等級，供應商為第一化工原料股份有限公司。

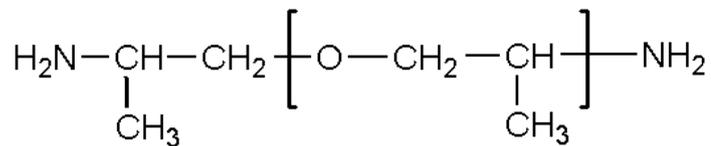


圖 3- 3 溴化環氧樹脂之硬化劑結構式

3-2 實驗藥品

- 濕強劑：

Hercules Kymene 557H，

- 觸媒：

ACR Hardener H-3842，顆粒大小 30μ ，熔點 above 150°C

- 離型劑：

TAIREN ENTERPRISE CO LTD 710 FLUID

- 氯化鐵：

SHIMAKYUS PURE CHEMICALS



3-3 實驗設備

- 小型機械抄紙機(工廠抄造):

工研院化工所纖維材料研究室代抄

- 四位數電子天秤：

AND ANALYTICAL BALANCE HR-200

- 標準型手抄紙機：

YUN LIN IND LTD，MODEL 7250

- 壓水機：

YUN LIN IND LTD，MODEL 7250

- 烘箱：

RISEN，RUD-40，RT~200°C

- 熱壓定型機：

CHUN YEN LTD，220(V)

- 厚度計：

Mitutoyo，Digimatic Cliper CD-6” CS

- 萬能試驗機：

QC-TECH 電腦拉(壓)力試驗機

- 檢流計：

BRYMEN Mobil-Logger，BM515

➤ 多功能電源電錶：

Keithley 2400，1100(V)

➤ 微小硬度計：

Shimadzu，HMV-2

➤ 掃描式電子顯微鏡：

JEOL，JSM-6335F



3-4 實驗條件與步驟

此實驗分成兩大部分，第一部分為克維拉機械抄造紙張、手抄造克維拉紙張、添加 50 % Teflon 的克維拉纖維紙張做基礎性質測試，依照基重、厚度、密度、含水率、SEM 等數據來分析三種紙張的差異性，其製作方式見下列表 3-1；第二部分為上述三種紙張與純環氧樹脂以及加入 20%的溴化環氧樹脂之材料做三層做含浸熱壓，分析的方面為厚度、吸水率、彎取強度、密度、微小硬度、拉斷強度、介電常數，銅箔基板的製作方式見下列表 3-2。



表 3- 1 手抄紙張抄造過程

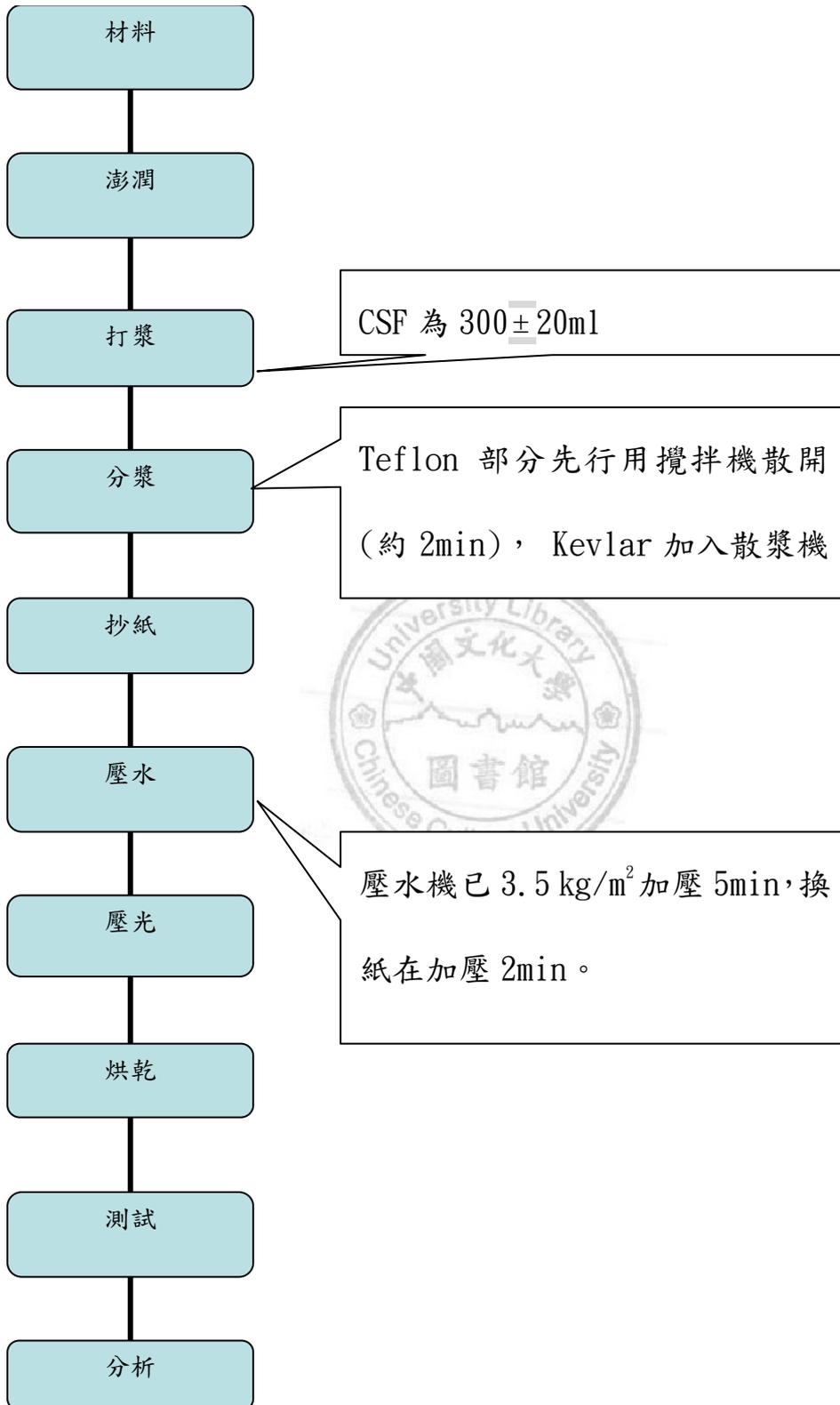
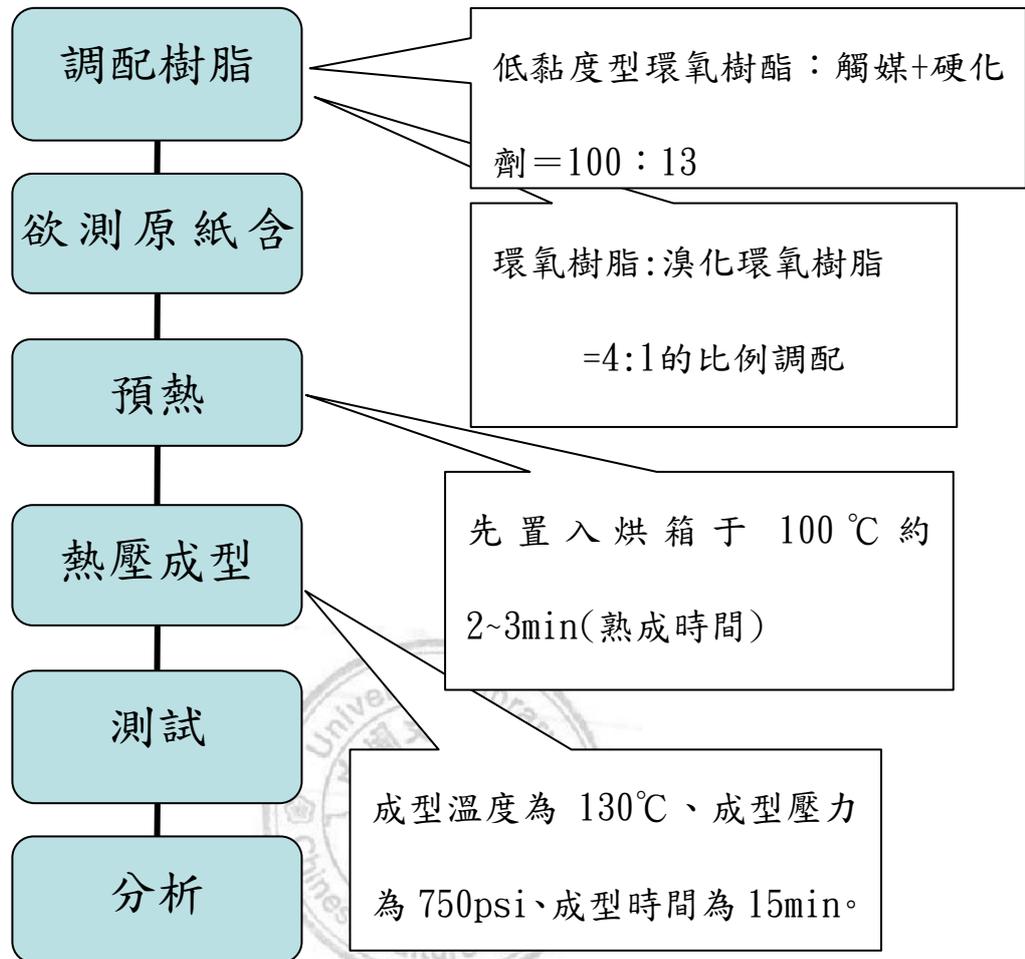


表 3- 2 含浸銅箔積層板實驗過程表



3-5 實驗分析測試

3-5-1 抄造成紙後紙類之分析

➤ 基重之測試：

依中央標準局 CNS1352 基重檢驗法測得紙張基重(g/m^2)。

➤ 厚度之測試：

依中央標準局 CNS3685 紙及紙板厚度試驗法測得紙張厚度(mm)。

➤ 密度之測試：

依 CNS 試驗法得知體積與重量後代入密度公式求得(g/cm^3)。

➤ 含水率之測試：

將欲測之試片裁製為 $50(\text{mm}) \times 50(\text{mm})$ ，每種配比製備 5 片，使用四位數電子天秤得其重量至小數點第三位，在置入 105°C 烘箱中 48 小時，取出以四位數電子天秤得其重量至小數點第三位，代入公式求得含水率。

➤ 示差掃描熱卡計(DSC)：

取 10mg 左右的纖維樣品錠入專用的 cell 中。置入加熱爐中加熱，參考物質亦保持同一加熱溫度。設定加熱溫度範圍 ($50\text{--}300^\circ\text{C}$) 及升溫速率 ($10^\circ\text{C}/\text{min}$)，並以 $100\text{c. c}/\text{min}$ 的空氣來

供給燃燒。觀察式樣中吸熱或放熱的情形，並可量測計算其玻璃轉移溫度(Tg)及熔點(Tm)。

➤ 掃描式電子顯微鏡(SEM)：

將待測試樣以雙面碳膠固定於cell上，置入真空烘箱中，抽真空。

由於待測樣品無導電性，所以必須在表面上鍍上一層白金，才能觀察其表面型態。將已鍍金的試樣，經系統抽真空後，以20KV的電子光束觀察其紙張的表面型態。



3-5-2 銅箔積層板

➤ 厚度之測試：

依 CNS10555 測試，每邊測定兩點及中央兩點共計十點取其平均值。

➤ 密度之測試：

將預測試片裁製為 50(mm) × 50(mm)，測量試片之厚度及重量，依下列公式計算每一片之密度取其平均值表示

密度(g/cm³)= 試片重量/(長度×寬度×高度)。

➤ 吸水率之測試：

依 CNS10555 吸水率試驗法則，將試片置入 50°C 烘箱於 24 小時後取出，再置入乾燥器中冷卻至 20°C，正確測定重量(W_1)至 1mg，然後放入 25°C 恆溫水槽中 24 小時後取出，以乾燥潔淨之紗布拭清，在 1 分鐘內測定重量(W_2)，代入公式求得吸水率 $A(\%)$ ，公式表如 $A = (W_2 - W_1 / W_1) \times 100$ 。

➤ 微小硬度之測試：

先將試片放上微小硬度機試片載物台上，調整透鏡轉換裝置至 $\times 40$ ，在調整試片平台升降把手，使視野清楚。設定其測試條件，轉換透鏡交換裝置至 Indenter，最後按下 Start 鍵開始測試。

➤ 彎曲強度(flexural strength) 之測試：

依 CNS10555 彎曲強度試驗法則，使用夾頭(cross head)間相對速度能保持於一定值之材料試驗機，其有效量測範圍內之刻度誤差為指示值之 1% 以內，折斷時之作用力為該試驗機容量之 15%~85% 以下者，其試片施加作用力之速度 N 定為每分鐘 $h/2$ 誤差值再 0.2mm 以內，此部份之實驗分為二大部份，第一部份為常溫下。而試片裁製格式如下頁圖 3-4 所示，裝置架點如下頁圖 3-5 所示。

計算方法由下式計算彎曲強度 σ_{fb} [kg f/mm²(N/mm²)]。

$$\sigma_{fb} = 3PL_v / 2Wh^2$$

式中 P：試片折斷時之作用力 [kg f(N)]。

L_v ：支點間距離 (mm)。

W：試片之寬度 (mm)。

h：銅箔經蝕刻去除後試片 (絕緣版) 之厚度 (mm)。

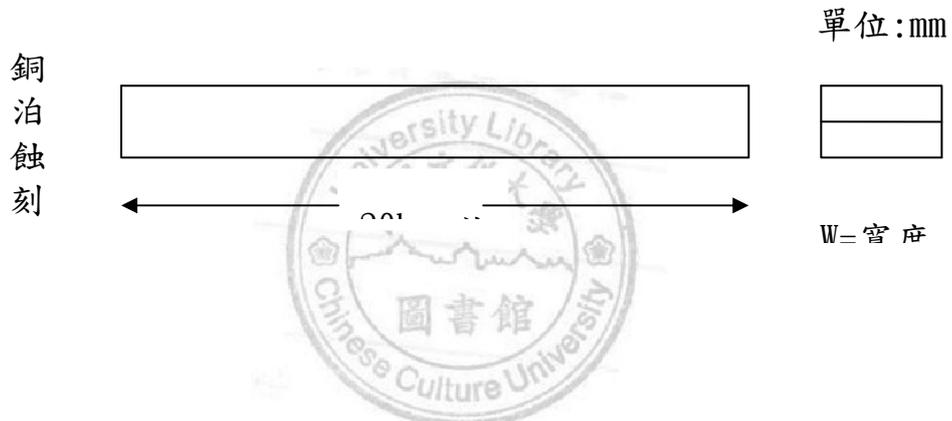


圖 3- 4 彎曲強度試片圖

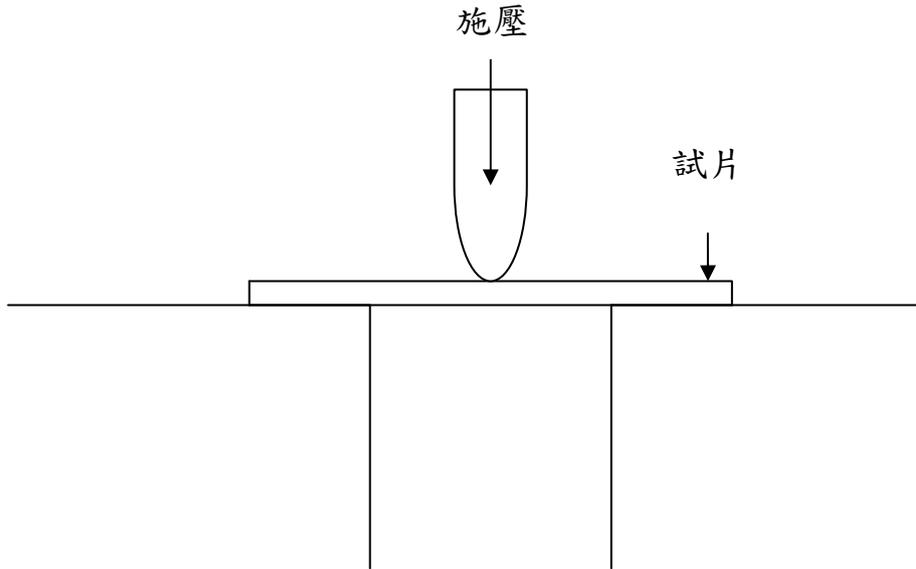


圖 3- 5 彎曲強度裝置簡圖

● 介電常數(dielectric constant) 之測試：

條件狀態為常態溫度 20°C，溼度 65%之恆溫恆濕空氣中施行 90 小時之處理，測試方法為施行常態試驗時，預備處理後之絕緣板以外離卡測定至 0.01(mm)精度，上部電極之輪狀間隙之內徑以游標卡尺測定至 0.05(mm)精度，且主電極與防護間之輪狀之間隙為 1 ± 0.1 (mm)時所測得者。其次，將預備處理後之試片連接於 C_x 之位置，經由測定用電容器 C_s 與電導轉移器之調整，分別測定電橋平衡時之 C_s 值，電導轉移器 m, d 間之電導量， l, m 間之電阻值及 γ, m 間之電阻值。電路裝置如圖 3-7，試片裁製如圖 3-8、3-9。

計算方法由下式計算介質常數(ϵ)、及消耗因數($\tan \delta$)

$$\epsilon = C_s/C_o$$

$$\tan \delta = G_x/2 \pi f C_x$$

式中 C_x ：電橋平衡時之測定用電容器 C_s 之電容量(pF)

C_o ：由主電極之面積及絕緣電阻板厚度所計算之

$\epsilon = 1$ 時之靜電容量(pF)。由下式計算之。

$$C_o = r^2/3.6t$$

式中 r ：主電線之半徑(cm)

t ：絕緣板之厚度(cm)

G_x ：絕緣板之電導(S)，可由下式計算之。

$$G_x = G \cdot S/100$$

式中 G ：電導轉移器之 m, d 間之電導量(S)

$S/100$ ：電導轉移器之平衡點之電阻比。

f ：測定用頻率

π ：3.14(圓周率)

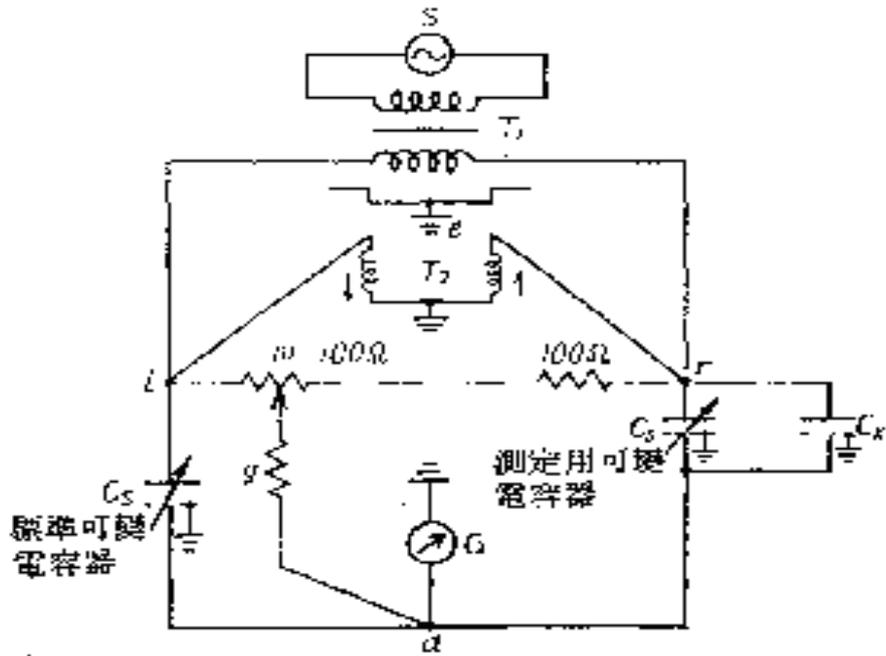


圖 3- 6 介質常數試驗之比壓器電橋法測定電路⁽³⁾

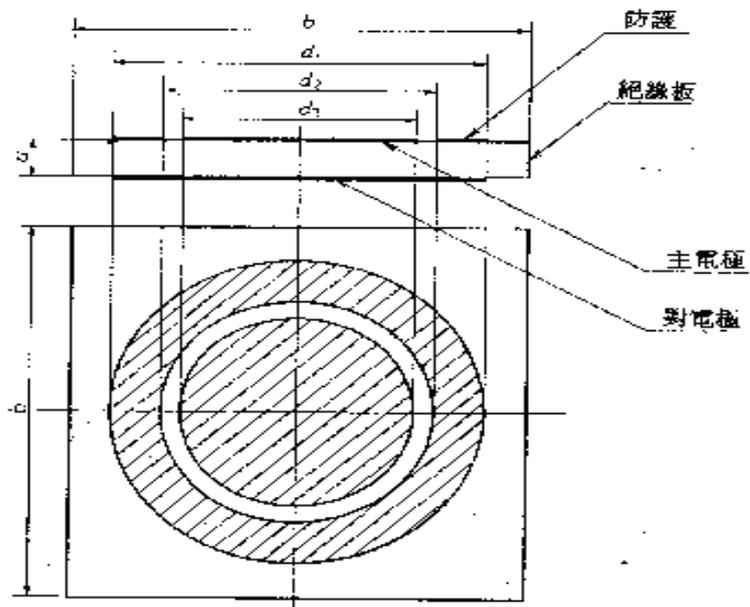


圖 3- 7 電極之形狀⁽³⁾

表 3- 3 電極之尺度⁽³⁾

單位：mm

a	b	電極之尺度		
		d ₁	d ₂	d ₃
0.8 以上 1.2 以下	60	50	40	38
1.2 超出 2.4 以下	86	76	60	58
2.4 超出 3.2 以下	110	100	80	78

