

印刷電路技術

林啓昌 高正義 徐焜鉞 編著

美術印刷技術叢書 4-8

U1669

TS805
12

印刷電路技術

林啓昌 高正義 徐焜鉞 編著



美術印刷技術叢書 4-8

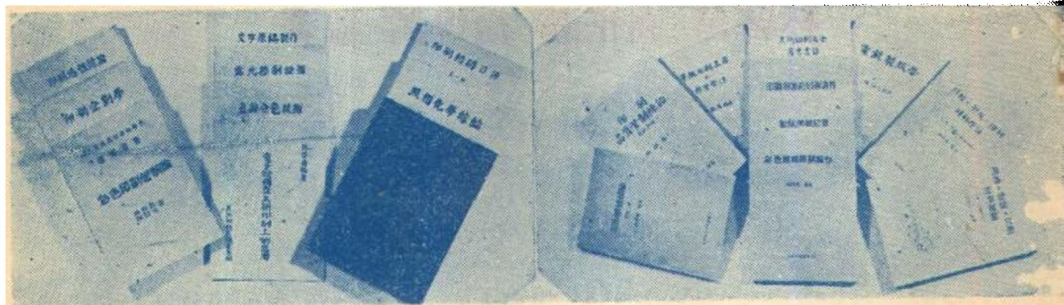
員工在職訓練必備
在學學生進修必須

之「印刷叢書」出版了

※即時供應※

印刷叢書第一輯

印刷叢書第二輯



※ 美術印刷技術叢書第三輯預告

- | | | |
|----------|------------|------------|
| ① 平版製印綜論 | ② 印刷工廠設計管理 | ③ 原稿色調修正技術 |
| ④ 彩色製版技術 | ⑤ 彩色照相製版技術 | ⑥ 光電製版綜論 |
| ⑦ 彩色照相概論 | ⑧ 照相感光材料 | ⑨ P S 版製印論 |
| ⑩ 裝訂概論 | | |

印刷資料中心
服務處

臺北縣板橋公園
國立臺灣藝術專科學校美印科

電話：9616136 • 9616137

印刷電路技術

美術印刷技術叢書 4-8

總經銷：五洲出版社

經銷者：全省各大書局

中華民國六十四年八月出版

定價：精裝新台幣一百三十元
平裝新台幣一百元

編著者：林啓昌 高正義 徐煥鉞

發行人：丁 廌 庶

發行所：五洲出版社

美術印刷技術叢書介紹

——現已出版至第五輯——

1-1 電子設備在印刷上的應用	再版中	1-6 文字原稿製作	再版中
1-2 印刷基礎日語	三版	1-7 露光控制設備	一版
1-3 印刷相關日語	三版	1-8 印刷適性綜論	三版
1-4 印刷企劃學	再版	1-9 直接分色技術	再版
1-5 照相化學概要	三版	1-10 彩色印刷管制論	一版
2-1 印刷品質管制綜論	二版	2-6 印刷機械綜論	三版
2-2 電鍍製版學	一版	2-7 製版照相記要	一版
2-3 照相製版印刷材料(上)≡	三版	2-8 印刷用紙的印刷適性	一版
2-4 照相製版印刷材料(下)≡	三版	2-9 印刷工廠的經營管理	再版
2-5 彩色照相原稿製作	一版	2-10 製版照相技術	再版
3-1 印刷工廠設計、管理	一版	3-6 彩色製版技術	再版
3-2 平版製印技術	一版	3-7 彩色照相製版技術	一版
3-3 裝訂概論	一版	3-8 照相感光材料	一版
3-4 彩色照相概論	一版	3-9 光電製版綜論	一版
3-5 原稿色調修正技術	再版	3-10 PS 版製印綜論	一版
4-1 金屬印刷	一版	4-6 印刷技術文摘(第一輯)	出版中
4-2 平版製印概論	一版	4-7 特殊印刷綜論	一版
4-3 平版的色調修正	一版	4-8 印刷電路技術	一版
4-4 平版製版技術	一版	4-9 彩色照相技術	一版
4-5 平版印刷技術	一版	4-10 彩色沖印技術	一版
5-1 連續階調照相	出版中	5-6 凸版製版手冊	出版中
5-2 網目照相	出版中	5-7 凸版印刷手冊	一版
5-3 黑白照相技術	出版中	5-8 平版印刷手冊	出版中
5-4 黑白沖印技術	出版中	5-9 照相製版手冊	出版中
5-5 電子排字技術	出版中	5-10 印刷技術手冊	出版中
6-1 感光性樹脂		6-6 印刷器材總覽	
6-2 印刷用紙綜論		6-7 照相凹版製印技術	
6-3 印墨綜論		6-8 孔版印刷技術	
6-4 新聞印刷技術		6-9 出版技術大全	
6-5 電印術綜論		6-0 印刷專科辭典	

印刷電路技術



1. 緒論..... (林啓昌)	
1.1. 沿革.....	1
1.2. 定義.....	2
1.3. 特長.....	3
1.4. 新技術的開發.....	4
2. 印刷電路的設計..... (高正義)	
2.1. 概要.....	6
2.2. 設計標準.....	6
2.3. 線路設計.....	17
2.4. 自動設計.....	41
3. 印刷電路材料..... (高正義)	
3.1. 種類.....	53
3.2. 特性.....	57
4. 照相製版技術的高精度化及其應用..... (林啓昌)	
4.1. 概論.....	68
4.2. 超精密照相.....	73
4.2.1. 支配畫像精度的要因.....	74
4.2.2. 照相器材及其精度.....	75
4.2.3. 照相抗蝕層.....	101

wt06/37

5. 印刷綫路板的製作..... (林啓昌)	
5.1. 概說.....	114
5.2. 晒版原稿製作.....	119
5.2.1. 原稿.....	120
5.2.2. 晒版原稿.....	126
5.2.3. 原圖製作法.....	131
5.2.4. 利用照相的晒版原稿製作.....	135
5.2.5. 非銀鹽感光材料及其他晒版原稿製作.....	144
5.3. 電路板製作.....	146
5.3.1. 概說.....	146
5.3.2. 印刷電路板的化學加工.....	167
5.3.3. 印刷電路板的機械加工.....	210
6. 印刷綫路板的裝配..... (林啓昌)	
6.1. 概要.....	221
6.2. 裝配工程.....	222
6.2.1. 手工式裝配.....	222
6.2.2. 反向端子另件自動裝配.....	223
6.2.3. DIP 另件自動裝配.....	227
6.3. 各裝置的概要.....	228
6.3.1. 積集板.....	228
6.3.2. 順序機.....	228
6.3.3. 自動裝填機.....	230
6.4. 設計標準例.....	234
6.5. 焊接工程.....	236
6.6. 絕緣處理.....	237

7. 積體電路板的製作..... (徐焜鉞)	
7.1. 前言.....	239
7.2. 發展過程及優點.....	239
7.3. 製造原理.....	240
7.4. 單在 IC 的製造步驟.....	243
7.5. 照相腐蝕法.....	246
7.6. 照相陰片的製作.....	248
7.7. 照相陰片的性質.....	250
7.8. 照相陰片的設計例.....	252
7.9. 結論.....	254
8. 試驗及補遺..... (高正義、林啓昌)	
8.1. 試驗概要.....	255
8.2. 材料試驗法.....	256
8.3. 最近的精密加工在印刷電路上的應用.....	261
8.3.1. 最近的精密加工技術.....	261
8.3.2. 最近的輪轉孔版印刷體系.....	277
8.3.3. 照相精密腐蝕應用情況.....	282
8.4. 照相腐蝕在印刷製版上的應用.....	293
8.5. 彩色電視映相管的原理.....	295
8.6. 電路攝影管的原理.....	298
8.7. 積體電路板的製作原理.....	299
8.8. 印刷電路技術用語集.....	303

第1章 緒 論

1.1. 沿 革

有關印刷電路板的專利在日本有 1936 年電子技術者宮田喜之助之專利 119384 號，利用本法曾製作收音機 500 台出售。

英國於 1941 年有 P. Eisler 博士發明在絕緣板上用金屬箔遮蓋，在箔上形成電氣線路必要的部分（用照相或印刷技術）形成抗酸用藥品除去線路以外之箔材以形成印刷線路版。本法確宜於大量生產，但只停留於實驗室規模未為當時之英國工業界所採用。

1940 年 Eisler 已取得目前世界上最為廣泛實施之印刷電路版製造之基本專利。第二次大戰間，英美兩國在技術情報交換時始發現 Eisler 之業績之價值。認為可利用在美國之通信兵器中電子裝置之大量生產技術上，故進而推廣研究，此種結果使技術水準（photo-etching process）成長為目前之光蝕技術，實際大量實用光蝕技術為戰後數年之事。

此外尚有另一種印刷電路技術在二次大戰期間開發於美國，此為在磁質基板上晒印於銀塗料以行印刷電路板的製作方法，此在 1945 年經美國標準局應用在砲彈的近接信管的大量生產為其開始。

以此為契機印刷電路的技術突然受國內外的重視。故 1947 年元月～6 月之半年間向美國標準局有關之詢問案件逾 100 字以上，然後印刷電路板之用途漸漸擴大，應用在收音機、助聽器、電視、測定器、控制器、私設無線電話、雷達以及其他電氣設備方面。

美國標準局的 Grunet 博士得意之發明為收藏在口紅盒管內之單管無線電發報機。此為 132MHZ，不用天線。通信距離為 16Km。為利用印刷電路之具體傑作。

利用印刷方式之此種用具，攜帶便利，價格低廉，對飛機駕駛員

及登山者作爲危急之攜帶用電話，可盡其功用。

後來磁質基板作銀塗料晒印之方法爲前述之光蝕技術（Photo Etching Process）所取代係因前者比較宜於大量生產之故。

最近多利用厚膜 IC，此爲前述磁質基板之銀塗料晒印技術爲基本發展者。

故回顧技術之進步，方法之更替及變化與社會上的供求關係有密切關係。

1.2. 定 義

I.E.C.（國際電氣標準會議）的 Publication 194：Terms and definitions for printed Circuits 上有 printed wiring，printed Circuit，printed board，printed board assembly，printing 等用語以及有此等用語之定義之解釋如下：

printing：Act of reproducing a pattern on a surface by any process。

printed wiring：Wiring technique in which the Connections between The Components of an electronic device or part of it, including shielding parts，Consist of thin Conducting strips Within or bonded to the surface of a base material and in which all the functional Components are separated from the base material。

printed board：Base material cut to size, bearing a pattern and with all designed holes。

Printed Circuit：Circuit obtained by printing and Comprising printed Components, printed Wiring or a Combination there of，all formed in predetermined design in, or attached to a surface, or surfaces, of a Common base。

printed board assembly：printed board with electric-

al and mechanical Components attached to it and with all processes of fabrication, soldering Coating, etc, Completed.

print 之本意與對書本及報紙之印刷意義略有不同，此處為如何形成形象 (pattern) 在表面上之意。

因此 printed wiring (印刷配線) 為在絕緣基板之表面或內面形成電氣線路圖形的薄質導線。

有關印刷線路的方法已有多種研究，這些方法已廣泛應用在化學、機械、照相、電氣的各種領域之中。

printed Circuit (印刷電路) 者為指不只是印刷配線，將電氣另件的一部分或全部分用印刷方法形成在絕緣基板或印刷配線板上者稱之。

若言明之「印刷配線」為只將配線圖形依印刷方法形成者稱之。「印刷電路」為指印刷線路以外將電阻、容量器、線圈等電氣另件的一部分或全部分依印刷方法製作者稱之。

目前市面上的收音機 (Radio)、電視機 (Television) 所用者大部分均為「印刷配線」，可稱為印刷電路者少。

但最近使用量日漸增大的厚膜積體電路 (I C) 可稱為「印刷電路」。

1.3. 特 長

印刷線路或印刷電路的特長可列舉如下：

- (1) 製品的均一性提高
- (2) 小型輕量化
- (3) 宜大量生產 (可自動化)
- (4) 可節省裝配手續及檢查手續 (可自動化)
- (5) 無配線失誤
- (6) 低成本

(7)可達設計標準化

(8)可達機器單元化

(9)不需熟練作業者

未採用印刷配線的過去作業裝置，配線作業的成敗主賴作業者的注意力及熟練度。

若加以詳述時——作業者先將線材切為適當長度，除去線端之絕緣包布，兩端捲在端子，用焊臘以電焊鐵一處一處焊着之。

將其他電子另件的導線行焊接，也用類此之方法。此種作業爲了不許發生失誤，必須精神集中地進行才行，因待配線後再要找出失誤檢查上太費工夫。又在焊接技巧上若非熟練者也不易確保可靠性，因此有種種困難。

相反地，在印刷線路板上裝配電氣另件時只須在電路板上所開之孔中插入依設計圖面指定之電氣另件的端子或導線，使裝了電氣另件之印刷配線板浮在熔化之焊臘上，就可一舉完成焊接之工作。

此種浸漬焊臘的作業——浸焊若依「作業指示書來做不論誰來做也能做，不須要熟練的作業者，又因印刷配線板爲用印刷方法來配線，可以低成本完成均一之配線。

印刷配線板之使用量已隨電晶體（Transistor）之普及急劇上升，向電子設備之IC化進軍了。此爲電晶體及積體電路（IC）與印刷線路板之組合與電子設備之小型輕量化及低成本化有關的緣故。

由電視機收音機、電子袖珍計算機、汽車收音機等之普及即可獲得瞭解。

1.4. 新技術的發展

近數年來印刷配線技術的進步神速，由一般印刷線路板（單面或雙面配線）至貫孔（Through Hole）電鍍式印刷線路板，由此再進步爲多層印刷電路板。並發展爲與過去之腐蝕（Etching）技術無關依電鍍製造技術〔例如photocircuit公司（c-4）法〕的方法

了。

此外在製造上使用之機械設備藥品、材料也不斷在進步，以更優異性能的材料來取代性能差者。

在決擇新技術之採用與否時除了製品性能之外應注意對成本的影響。只變更工程的一部分時只比較此工程部分的成本是錯的，應考慮至最終工程的全部成本（Total Cost）的情況。

例如就在感光液塗佈工程（在 4.4 節另行詳述）考慮放棄過去的濕式，採用 Du- pont 公司所開發的乾式方法（使用 Dry film 的熱壓着法）以考慮之。

此種乾式軟片比過去的濕式感光液貴 9 倍左右，故雖然理想也難以採用。

但若是製作超精密印刷線路板為前提時，比較最終工程的結果時若用乾式軟片（Dry film）修正工程數大為減少，成本因以比濕式低下來，結果為在這方面可以利用。

以上列舉者僅為其一例，設計初期易疏忽總成本之檢討，宜加以注意。

第2章 印刷線路的設計

2.1. 概 要

線路的主要另件漸漸由真空管變為半導體，電子設備的另件安裝漸漸普遍採用印刷配線板以來，爲了滿足半導體在機器處理的能力增大、小型化等要求，故高速化、IC 化技術的引進，印刷配線板已確立貫孔（Through hole）技術，進入多層板的技術時代了。

目前進而採用 LSI 化的高密度完裝及並將外部佈線吸收至多層的印刷線路板中企求上升其製造性的背板（Back board）技術的導入在印刷配線板技術上佔有重要的地位。

各種設備不斷發展，幾乎都是新設計，佔比較長的製造期間的印刷線路板的設計，其設計錯誤對機器的設計計劃有重大的影響。

故設計時應充分把握印刷配線板製造階段的各處理特長。例如微波線路中不僅是印刷線路板之接線，當做線路另件使用時也應知印刷配線之電氣特性。

過去以人工進行之印刷配線設計成為 IC 化之複雜線路時爲求在設計期間正確完成已有利用電腦的自動設計方式者。

本章就印刷配線板生產性的向上以及可靠度的提高上就設計方向應遵守之標準及實際的線路印刷配線設計時應考慮之事項以敘述之，並敘及印刷配線板的自動設計。

2.2. 設計標準

2.2.1. 印刷配線板標準

有關印刷配線板的尺寸標準的規定就單、雙面板的規定日本有 JIS C 5010（1967）“印刷配線板通則”，多層板方面也有 JIS

C 5011 (1971) “多層印刷配綫板通則”之制定，外國也就一般的印刷綫路板有 MIL - STD - 275B 的標準規格。關於多層板有 IPC (Institute of printed Circuits) 的標準規格。ML-IPC-910。

這些規格也分爲數種等級 (Rank)，可依製造技術及經濟性來分開使用。

下面就上述規格中就印刷配綫板設計上認爲比較重要者敘述之。此外此處所介紹之標準值爲最終製品的規格，故設計值在設定上應考慮製造上的變動值才行。

(1)外形尺寸

印刷配綫板的大小，依用途、機械的實裝形態、加工性、撓曲、扭曲許可值以決定之。

印刷綫路板之用途可大別爲二種：

①搭載另件，將另件間之接綫以印刷配綫行之，並有接綫用之端子——稱爲電子綫路 package 或單稱爲 package 型。

②另一種爲過去所用之將 (Connector) 接頭端子用裡面布綫之接續吸收在印刷配綫板的 Back board，Back board 時在實裝上、加工上，其大小受限制。電子綫路 package 時應使 package 具何種性格，也就是某一機器要用專用的 package 或使其成爲共用的 package 而有不同的大小。

若爲專用 package 使形狀大搭載綫路加多，有效利用 Connector 端子比較有利。若要作成汎用 package 時使形狀加大也受 Connector 端子限制不能有效利用印刷配綫板。

JIS 等未定外形標準尺寸但宜盡量統一。外形尺寸之許可差如表 2-1。

表 2-1 外形尺寸的許可差 (單位: mm)

規格 Rank	X	Y	Z
JIS (兩面)*	± 0.1	± 0.3	± 0.4
JIS (多層)*	± 0.2	± 0.4	± 0.8
IPC	± 0.25	± 0.41	± 0.50

* 逾 100 mm 之長就 50 mm 加 0.05 mm, 愈 500 mm 之長度未有規定。

(2) 板厚

印刷配綫板厚, 依用途 (與印刷配綫板之大小有關), 與 Connector 之適合性以及歪曲許可值以決定。JIS 所定之標準板厚及其許可差如表 2-2 所示。

表 2-2 標準板厚及其許可差

(3) 格子尺寸

為表印刷配綫板上的位置, 可以某一基準點為基本成縱橫綫所形成之方格, 以此為一種單位以使用之, 此種格子大小為格子尺寸。

成為基本格子稱為基本格子。另件固定用孔, 接連用之貫孔 (Through hole)

在原則上放在格子之交點,

配綫徑路也從格子之設定尤以設計及製造之自動化進行時此成為必要條件。

依 JIS C 5010 時定基本格子間隔為 2.5 mm, 但 IC Case 之端子間隔用 2.54 mm (0.1 in) 為最普遍。但考慮 IC 搭載之多層板無法一律統一為 2.5 mm, 為此應用途分開使雙方。

欲搭載 14 端子 2.54 mm 端子間隔的 Dual inline 型 IC Case 時, 用 0.25 mm 格子, 若考慮孔徑時也可實裝。

實際的設計只就基本格子多半難以行配綫之設計。作為補助格子

者有用依基本格子間隔之 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{4}$ 格子之順序，優先使用者。

(4)孔位置

另件固定用孔及連接用之貫孔在原則上放在格子的交點，規定孔位置有 JIS C5010，孔與孔的中心間雖有誤差規定，多層板時均以格子交點誤差以規定比較多。有關格子交點之規定也有以格子交點為中心之圓直徑以規定許可範圍的方法及 X-Y 方向的許可長度以規定的方法。前者應用在 IPC，後者應用在 JIS（多層板）方向。

誤差之許可差如表 2-3。

表 2-3 孔位置誤差許可

規格 \ Rank		印刷配綫板尺寸	X	Y	Z
JIS	兩面 *		± 0.05	± 0.10	± 0.2
	多層 **	150 μm 以下	± 0.05	± 0.10	± 0.15
		150 μm 以上	± 0.10	± 0.15	± 0.20
IPC ***		152 μm 以不	直徑 0.15	直徑 0.25	直徑 0.36
		152 μm 以上	直徑 0.25	直徑 0.36	直徑 0.51

* 孔中心間的蠕動差，但中心間距為 200 μm 以上的長度為每 50 μm 加 0.05 μm 。

** 格子交點的縱橫方向之誤差許可差。

*** 許可範圍以格子交點為中心之圓直徑以表示之。

(5)孔徑

JIS 的標準公稱孔徑定為 2.0 μm ，1.6 μm ，1.25 μm ，1.0 μm ，0.8 μm ，0.6 μm 。

貫孔時是取電鍍前之孔徑為標準孔徑或取電鍍後的孔徑仍有若干問題，在多層板之通則為取電鍍後之孔徑。孔徑之許可差如表 2-4。

表 2-4 孔徑許可差

單位：

規格 Rank	孔 徑	X	Y	Z
JIS	非	± 0.05	± 0.10	± 0.15
	*	± 0.08	± 0.10	± 0.15
IPC**	0.81 mm 以下	0.05	0.05	0.10
	0.82 ~ 1.6 mm	0.05	0.10	0.15
	1.6 ~ 4.8 mm	0.10	0.15	0.20

* 貫孔 (Through hole) 電鍍後之孔徑許可差。

** 以貫孔前之最大孔徑與最小孔徑差以規定。最大板厚所對的最小孔徑比為 $\frac{1}{3}$ 以上的情況。

此比為 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ 時此值外加 0.05 mm， $\frac{1}{4}$ 以下時加 0.10 mm，貫孔後之差為上述值加最小電鍍厚度之 2 倍。

(6) 導體寬度

印刷配線之導體一見之下似呈均一之寬度，但導體端部均有微小之凹凸，導體寬度，及其許可差如圖

2-1 之定義。



此外導體幅度之斷面也非均一如

2-2 圖所示以最寬部分之測定值作為導體寬圖。最小導體寬度，導體寬之許

可差規格各表示在 2-5 表及 2-6 表

$$\text{導體寬許可差 } \Delta W = \frac{\text{最大導體寬} - \text{最小導體寬}}{2}$$

圖 2-1 導體寬度之定義

最小導體寬與導體許可寬度之誤差原則上使用同一 Rank，導電寬度與許可電流之關係另在 2.3.1. 節述及。

(7) 最小間隙

最小導體間隙有依製造技術及

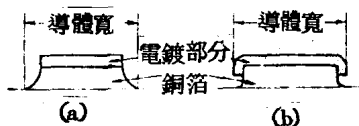


圖 2-2 導體斷面之寬度