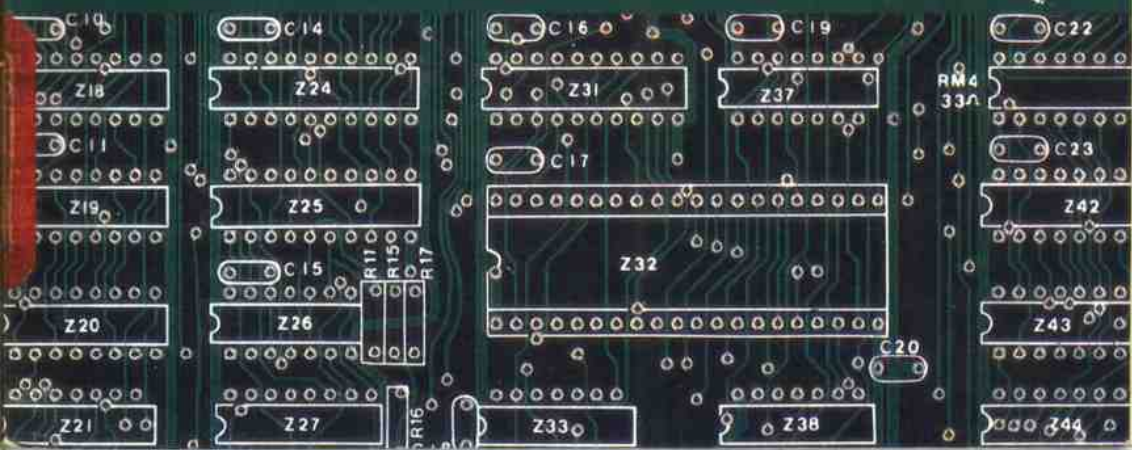


多層印刷電路板

基本技術 與 用語解釋



	多	層		
			印	刷
電	路	板		

編 譯：王國鈞

基本技術

與

用語解釋

基本技術與用語解釋
多圖多圖電路板

編 譯：王國銓
編 輯：郭智德
美術設計：黃天富

出 版 者：世茂出版社
發 行 人：林正中
負 責 人：簡泰雄
地 址：台北市潮州街59巷8號
電 話：(02)3972757-8
郵政劃撥：0750300-7
印 刷 者：東雅彩色印刷公司

定 價：350元整
新聞局登記證版台業字第3208號
1987年7月2版
(本書如有缺頁破損請寄回本社更換)
◆版權所有·翻印必究◆

法律顧問：謝新平 律師
地 址：台北市廈門街99巷8號

前 言

由於電子、光學、生物化學、新材料學等知識密集型產業構造逐漸取代一九七〇年以前的領先產業，鋼鐵、石化、汽車基礎材料等產業構造，一九八〇年代的不景氣似乎不難於突破。在這種時代背景之下，日本的電子產業跟著技術的不斷革新，年年以十個百分比的高成長率迅速發展到今天。一九八一年的生產毛額達到了十兆日幣，已成為今天的領先產業。

再者，由於電腦和光纖維通信的結合，建立了高度資訊化系統及多功能個人電腦的普遍化，形成了地區性資訊網（Local Area Network），以及通信、轉播衛星的發展帶動了新媒體時代的開始等，報章雜誌無日不登有關電子學或電子工業的報導。關於支撐著社會高度資訊化的具體科技、電子機器的高密度高精度及高可靠性等問題，我們是不能忽視半導體的高積體化及其精密裝配技術的。

就是說，IC或LSI等機能元件的積體度已提高到從64K—DRAM的大量生產已快要進入256K—DRAM的大量生產時代了。日本的半導體及積體電路生產在一九八一年已達到一兆日幣，可以說已踏入了電子學的第六代，超LSI的時代了。

這種技術的動向帶給印刷電路板（PWB）業界莫大的影響，促進了電路板的精密化及多層化。為了因應採用多層板（ML—PWB）的裝配技術發展及需要增加，PWB業界已開始了Mass Lamination的大量生產，逐漸取代Pin Lamination。此外，跟著工廠及辦公室的自動化的流行，電話傳真機、文字處理機、個人電腦、商業電腦等的普遍也在促進其發展。鑑於PWB業界的重視ML—PWB的發展迅速，似有必要將有關技術用語整理，以便使有關人

士增加共同認識以及加深技術上的了解。

在第一章，現狀／將來，除了 ML—PWB 在這方面的重要性之外，也言及其歷史及將來的技術動向以資參考。至於技術用語，共有第二章的三十項有關材料製造技術的用語，第三章的三十項有關配錢加工技術的用語，第四章的二十項有關電路設計技術的用語，以及第五章的二十項有關品質保證技術的用語，共一百項。另外補充了二百九十句相關技術用語以資加深了解。

相信本書可供 ML—PWB 產業的現場技術人員做參考，也可用於員工及業務人員的教材以及對顧客的說明資料。只是爲了執筆的諸位先生都是在職技術人員，基本用語的解釋有可能比較偏向技術性，因而說明有所不夠詳盡或缺乏統一性這種缺點。

目 錄

第一章	ML—PWB 的現狀／將來技術	9
1	ML—PWB 的重要性	9
2	ML—PWB 的歷史	11
3	ML—PWB 的現狀技術	14
4	ML—PWB 的將來技術	14
第二章	ML—PWB 的材料製造技術	19
1	熱硬化型樹脂 (Thermosetting Resin)	20
2	環氧樹脂 (Epoxy Resin)	20
3	BT樹脂 (Bismaleimide Triazine Resin)	24
4	聚醯亞胺樹脂 (Polyimide Resin)	28
5	硬化劑 (Hardener)	30
6	防燃劑 (Flame Retardant)	32
7	聚合 (Polymerization)	33
8	交聯 (Cross Linking)	35
9	玻璃轉變溫度 (Glass Transition Temperature)	36
10	凝膠時間 (Gel Time)	37
11	明膠 (Varnish)	38
12	玻璃布 (Glass Cloth)	39
13	表面處理劑 (Finish)	41
14	Prepreg	43

15	化合・浸滲工程 (Combination 。 Impregnation)	45
16	積體壓合工程 (Laminating Press)	46
17	銅箔 (Copper Foil)	50
18	導電性塗料 (Conductive Paint)	52
19	銅箔積層板 (Copper Clad Laminate)	55
20	金屬芯基板 (Metal Cored Board)	59
21	混成基板 (Composite Laminate)	61
22	可撓型電路板 (Flexible Printed Wiring Board)	64
23	高密度電路板 (High Density Wiring Board)	66
24	Shield 板 (Mass Laminated Board)	69
25	Photo Tool	75
26	電路 (Circuit)	78
27	銅箔表面處理 (Copper Foil Surface Treatment)	80
28	溶劑 (Solvent)	82
29	基準孔 (Guide Hole)	85
30	整理加工 (Finishing)	87
第三章 ML—PWB 的配線加工技術		91
31	印刷電路板 (PWB) (Printed Wiring Board)	92
32	多層印刷電路板 (ML—PWB , Multilayer Printed Wiring Board)	95
33	精密電路 (Fine Line)	98
34	Subtractive Process	100
35	Additive Process	102
36	貫孔電鍍 (PTH , Plated Through Hole)	105
37	Flush PWB (Flush Printed Wiring Board)	107
38	Die Stamping Process	109
39	鑽孔 (Drilling)	110

40	整面 (Surface Cleaning & Conditioning)	113
41	Resin Smear	116
42	脫脂 (Degrease)	118
43	無電解電鍍催化劑 (Catalyzer)	119
44	無電解電鍍 (Electroless Plating)	123
45	電解電鍍 (Electroplating)	127
46	電解銅電鍍 (Electro-Copper Plating)	129
47	焦磷酸銅電鍍 (Cupric Pyrophosphate Plating)	132
48	硫酸銅電鍍 (Cupric Sulfate Plating)	134
49	電解錫鉛電鍍 (Electro Solder Plating)	136
50	貴金屬電鍍 (Noble Metal Plating)	139
51	蝕刻 (Etching)	141
52	氯化第二銅蝕刻液 (Cupric Chloride Etchant)	147
53	氯化第二鐵蝕刻液 (Ferric Chloride Etchant)	148
54	過硫酸鹽類蝕刻液 (Persulfate Etchant)	151
55	過氧化氫／硫酸蝕刻液 (Hydrogen Peroxide / Sulfuric Acid Etchant)	152
56	鹼性蝕刻液 (Alkaline Etchant)	153
57	Resist	155
58	網板印刷 (Screen Painting)	157
59	Fusing (油炸)	162
60	塗層 (Coating)	164
第四章 ML—PWB 的電路設計技術		167
61	CAD／CAM (Computer Aided Design / Manu-	

	facturing	168
62	Plotter (繪圖機)	170
63	Digitizer	172
64	基本格子 (Basic Grid).....	174
65	原圖 (Art Work)	176
66	電路設計 (Pattern Layout).....	178
67	記錄 (Registration)	180
68	尺寸比例係數 (Scale Factor).....	184
69	電流方程式 (Current Formula).....	188
70	導體電阻 (Conductor Resistance).....	191
71	絕緣電阻 (Insulation Resistance).....	193
72	電容率 (Dielectric Constant)	196
73	高頻特性 (High Frequency Characteristic)	199
74	傳送綫路 (Transmission Line)	205
75	特性阻抗 (Characteristic Impedance)	207
76	串音 (Cross Talk).....	210
77	電磁障害 (EMI) (Electro Magnetic Interference).....	214
78	多層設計 (Multi Layer Disigning)	216
79	安裝密度 (Component Mounting Density)	220
80	表面安裝 (Surface Mounting)	224
第五章	ML—PWB 的品質保證技術	229
81	規格 (Standard).....	230
82	耐熱性 (Heat Resistance)	232
83	防燃性 (Flame Resistance)	236
84	耐藥品性 (Chemical Resistance)	238
85	耐濕性 (Humidity Resistance)	241

86	附著性 (Adhesion)	243
87	絕緣電阻測試 (Insulation Resistance Test)	245
88	尺寸穩定性 (Demensional Stability)	246
89	機械強度 (Mechanical Strength)	247
90	機器分析 (Mechanical Analysis)	249
91	電路檢查 (Pattern Inspection)	252
92	X 光檢查 (X Ray Inspection)	255
93	無塵室 (Clean Room)	259
94	統計分析 (Statistical Analysis)	261
95	分散分析 (Variance Analysis)	264
96	樣品檢查 (Sampling Inspection)	266
97	實驗計畫法 (Design of Experiment)	269
98	板厚設定 (Designed Thickness)	271
99	循環測試 (Cycle Test)	274
100	CCIL (Copper Clad Industrial Laminate)	277
	附錄(一)	295
	附錄(二)	305



1 章

ML—PWB的現狀 / 將來技術

一、ML—PWB 的重要性

這幾年來，電子產業的發展真有一日千里之感。這都是半導體的高積體技術及其高密度高精度安裝技術的大幅度進步所貢獻的。爲了因應電子機器的高密度化高精度化以及提高可靠性的需求，採用多層印刷電路板（ML—PWB）的安裝方式一直在增加。大體上都用於電子計算機及其周邊終端機器、電子交換機、數值控制機、通信機器、播放機器、收銀記錄機等。尤其到了一九八〇年代，其應用範圍開始廣泛起來，打進了工廠自動化、辦公室自動化必需的電話傳真器、複印機、文字處理機、個人電腦、商業電腦等分野。

「表一」是印刷電路板（PWB）的生產金額。比起民生機器用 PWB 的欲振無力及產業機器用 PWB 的二十個百分比穩定成長，四層以上的 ML—PWB 的成長率卻高達有五十個百分比。表一所示的四層以上的 ML—PWB 是根據諸位執筆者所調查的採用多層板的實際情形分類的。進入一九八〇年代之後，四層 PWB 的製造方法迅速地從 Pin Laminate 方式轉變爲 Mass Laminate 方式。預期兩者的比率在一九八三年就會逆轉。而 Mass Laminate PWB 的生產金額可能會突破三百億日幣。

從其機能及可靠性方面看，ML—PWB 之所以會這樣迅速發

表1 PWB各品種，各年度的生產金額 (單位：億圓)

年 度	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983予測
産業機器用 可 撓 性	506.4 (100)	726.9 (144)	889.5 (176)	1,085.8 (214)	1,436.9 (284)	1,785.3 (353)	2,136.6 (422)
民生機器用 可 撓 性	576.0 (100)	635.4 (110)	826.2 (143)	1,046.8 (182)	1,251.1 (217)	1,289.9 (224)	1,369.0 (238)
4 層 以 上	Pin La- minate 80~90 (100)	110~120 (135)	120~130 (147)	180~190 (218)	190~210 (235)	270~290 (329)	300~320 (365)
	Mass La- minate 4~8 (100)	20~30 (417)	20~30 (417)	30~40 (583)	120~140 (2,167)	250~270 (4,333)	310~330 (5,333)
	小 計	93.6 (100)	138.8 (148)	223.3 (163)	332.9 (356)	539.9 (577)	627.0 (670)
總 合 計	1,176.0 (100)	1,501.0 (128)	1,867.8 (159)	2,355.9 (200)	3,020.9 (257)	3,615.1 (307)	4,132.6 (351)

年 度 < > = 與前年比的成長率, () = 以1977年度爲100的成長

展的理由有下面這四項。

- ① 由於內藏著Shield，可防止串音所引起的機器操作錯誤，同時也由於其放熱板層作用可防止局部的過熱。
- ② 高密度配綫使機器有可能小型化輕量化。
- ③ 立體配綫使電路設計容易很多，縮短工作時間，同時爲了縮短電路長短使信號的傳送速度加快。
- ④ 接續部位減少，提高可靠性。

二、ML—PWB 的歷史

如圖一那樣，電子學的發展是從建立基礎理論的時期開始，然後經過真空管、電晶體、IC、MSI、LSI及VLSI等各時期。被稱爲電子學第六代的VLSI可以說是集那些技術的大成。爲了求更進一步的發展，各界正在極力研究立體元件及光電子積體電路。因此，圖一也列舉PWB製造技術的發展以資參考。

在PWB製造技術開始普遍的一九四〇年代之前，通信機器或收音機的配綫都使用銅綫，將露出兩端的細銅綫一處一處地焊接於端子。這種作業不但繁雜費時，也容易發生錯誤。因此，各有關企業及機構都致力研究以印刷配綫方式接續部品的方式，以求縮短配綫及安裝部品的作業時間，並防止配綫錯誤，提高生產性，建立大量生產系統。

用印刷方式在玻璃或陶瓷基板上造成電路的構想，到了一九二七年，絕緣樹脂基板開發成功之後才具體化。據說是始於法國的巴洛林（Parolini）在英國申請的專利。

日本在這方面的開始，應該算是宮田喜之助於一九三七年申請的第一一九三八四號專利，絕緣基板上的金屬溶射覆蓋法。這種覆蓋法在當時被認爲是收音機大量生產的一種新手段。

一九三六年，英國的艾斯拉（Eisler）首倡現在這種全面覆蓋著金屬箔的絕緣基板，塗上耐蝕刻油墨（Etching Resist）後再將

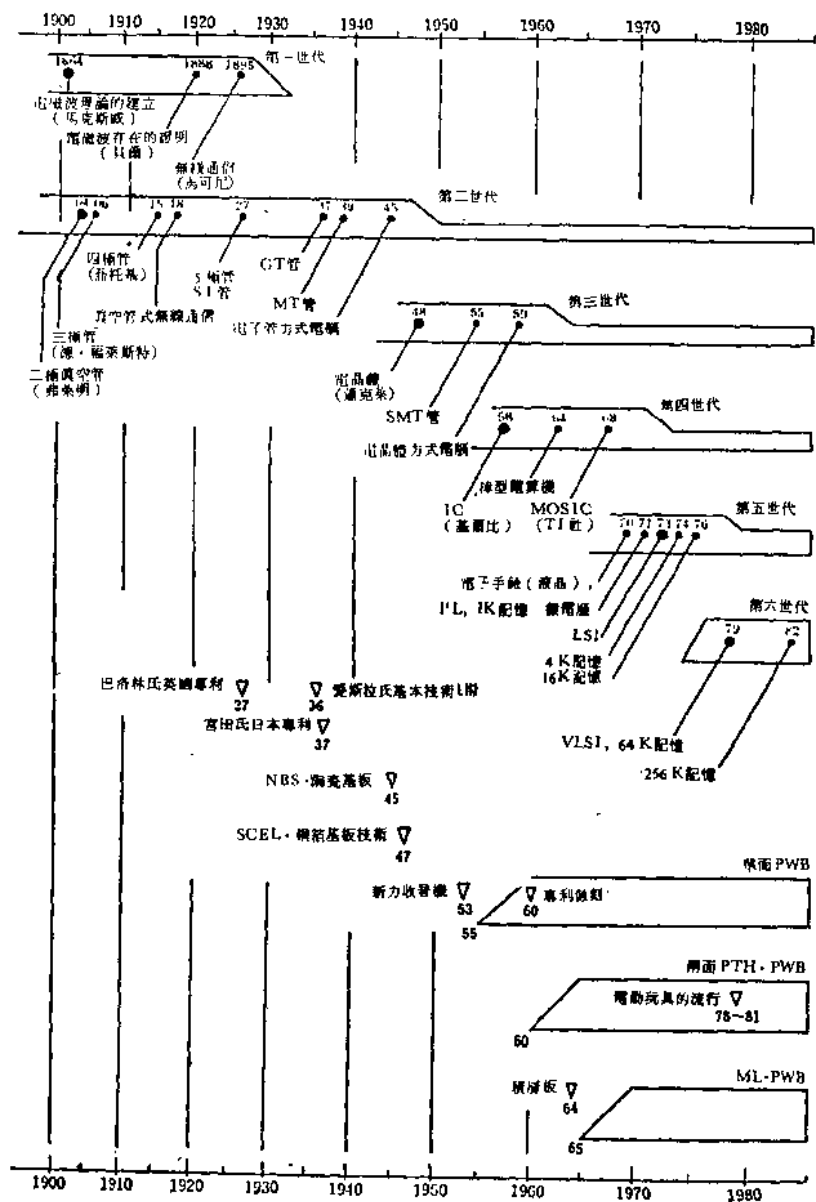


圖1 電子學及PWB技術的發展

不需要的金屬箔蝕刻掉的 Subtractive PWB 製造法的基本技術。一九四五年，英國的 Globe Union 公司採用這種技術製造收音機用的 PWB。可是沒有達到預期的大量生產經濟效果。

在第二次大戰期間，爲了使軍用電子機器小型化輕量化以及提高可靠性，美國政府編了龐大的預算從事研究，致力於尋求具有經濟價值的大量生產技術。在這種時代環境下，美國標準局（National Bureau of Standard）將在陶瓷基板上淬燒銀電路的電路板用於砲彈近接信管的大量生產。這種技術被視爲今天的厚膜 IC 製造技術的根。不過，後來雖然另有特殊發展，基於種種原因，沒有成爲單面 PWB 大量生產化技術的主流。

後來，根據英美軍事技術互援協定，美國的 Signal Corporation Engineering Laboratories 從英國引進了使用銅箔樹脂基板的技術。這種技術加上照相蝕刻技術及零件自動安裝技術的發展的結果，終於建立了有經濟價值並且可靠性相當高的大量生產技術。

PWB 的實用化在日本，到了一九五三年才開始。東京通信工業，即今天的新力公司採用於該公司出品的收音機爲開步。自從因應 PWB 的實際需要，銅箔樹脂基板的生產開始上軌道的一九五七年前後，PWB 製造技術也開始迅速發展。到了一九六〇年左右，專業性製造 PWB 的廠商陸續出現，並開始大量生產。跟著收音機的電晶體化，PWB 的需求量開始直綫上昇。接著，以甲醛樹脂銅箔基板爲基材的單面 PWB 陸續進軍於電視機，身歷聲電唱機、錄音機、收錄音機、錄影機等市場。

進入一九六〇年代之後，由於日本也開始採用貫孔鍍銅雙面板的製造技術，普遍採用玻璃布基材環氧樹脂雙面銅箔基板於雙面銅 PTH、PWB。當時都用在電子計算機及其周邊終端機，電子交換機以及通信機器等。刺激 PWB 生產最大的可以說是以太空侵略者爲代表的，一九七八年到一九八一年這幾年的電動玩具的爆炸性大流行。

到了一九六〇年代中旬，日本的產業用電子機器開始採用 IC 技術。同時，爲了配合零件安裝的高密度化及高精度化以及提高可靠性的急需，引進了美國在一九六〇年代初已實用化的 ML—PWB 製造技術，用於電子計算機及電子交換機等。

一九六四年，日本電信電話公社電氣通信研究所正式與四家交換機製造供應廠商開始檢討電子交換方式。關於 DEX—21 型之後的電子交換機機種，徹底做了彎、扭、尺寸穩定性、貫孔鍍銅可靠性、絕緣特性、耐電蝕性、內層銅箔附著性、焊錫耐熱性、防燃性等綜合檢討以及全盤的經濟性。最後決定採用玻璃布基材環氧樹脂銅箔基板，全面取代了紙基材變性甲醛樹脂銅箔基板。爲了防止積體電路的誘導雜音，先製造業界共同認可的將 Shield 板封於其內的三層構造銅箔積層板，然後用普通雙面貫孔鍍銅 PWB 的手法製造三層 PWB。當時，除了傳統的 PWB 製法，即 Pin Laminate 之外，也開發了能大量生產降低成本的 Shield 方式，即 Mass Laminate。爲了區別這兩種製造方法，將它們分爲 Pin Laminate 和 Mass Laminate。方式雖然有所不同，雙方的可靠性其實都一樣。

三、ML—PWB 的技術現狀

ML—PWB 的製造技術是集化學、機械、電氣、電子等各學的知識於一堂而發展出來的。這種情形在今天仍然一樣，表 2 是以 ML—PWB 爲中心的 PWB 製造技術的現狀。更詳細的情形將於第二章及各章逐項加以說明。

四、ML—PWB 的未來技術

進入了八十年代，除了工廠自動化（FA）及辦公室自動化（OA）的有關電子機器不停地在發展之外，電信電話公社的構想，預備開發將其用於高度資訊通信系統（INS）的電腦和通信等的高層次新結合方法也成爲業界的熱門話題。由於各界對電子機器的