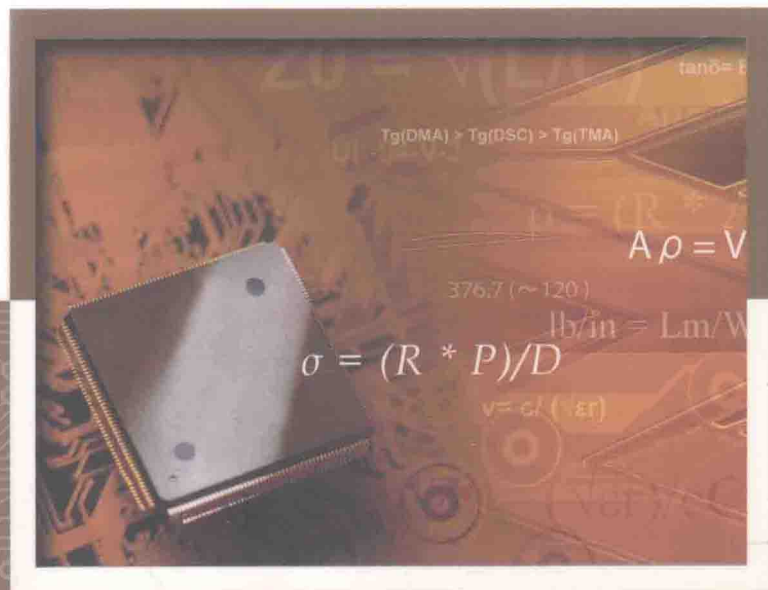


硬式電路板材料簡介

Rigid PCB Materials Introduction



硬式電路板材料簡介

Rigid PCB Materials Introduction

林定皓 編著



國家圖書館出版品預行編目資料

硬式電路板材料簡介/台灣電路板協會
(Taiwan Printed Circuit Association) 編輯
—初版—桃園市:台灣電路板協會, 2007 [民96]
面:19×26公分
ISBN: 978-986-82577-5-7 (平裝)

硬式電路板材料簡介 Rigid PCB Materials Introduction

發行人：曾子章
發行單位：台灣電路板協會
執行單位：台灣電路板產業學院(PCB學院)
作者：林定皓
地址：桃園市中正路1069號2樓(330)
電話：886-3-3177272
傳真：886-3-3179077
網址：<http://www.tpca.org.tw>
電子信箱：service@tpca.org.tw
出版日期：2007年3月
定價：(會員) 新台幣1200元整
(非會員) 新台幣1800元整

※本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤，請寄回本協會調換
著作權所有、請勿擅自轉載或翻印

PCB學院召集人序

電子產業的變動快速，許多新需求所產生的技術瓶頸，愈來愈多必須要依靠採用的材料特性來解決。隨著隨身型電子產品不斷創新，密集化與低價化的產業訴求一再被提出，如何充分發揮材料的特質成為各個製造業領域不容忽視的課題。

以往電路板業者比較著力於量的成長以及製作技術的提升，但是對於所使用的基礎材料相較下就沒有受到平衡性的重視。也因此當面對多樣化的材料使用，會產生捉襟見肘難以面對的問題。

幾年來由於全球電子產品需求的復甦，不論個人化產品及系統產品市場都逐步成長。寬頻資訊時代的到來，讓產品材料的電性結構需求大模的提升，此時電路板產品對於材料的依賴性也就大幅提高。綠色材料、耐溫材料等等的訴求，促使業者必需要在材料的認知上多加努力。

『台灣電路板產業學院（PCB學院）』基於持續推廣產業知識的理念，希望在各個專業領域都能夠逐步有系統地推出相關書籍與報告，盼能讓業者有方便的參考工具書來建置相關基礎技術能力。

“硬式電路板材料簡介”一書的出版，代表著對於協會書籍完整性的另一個努力成果。對於想要有系統瞭解硬式電路板材料的人員而言，無疑是一個相當值得參考的書籍，出版之際代表協會向大家推介這本書。

感謝大家對協會與學院的支持，也期待大家共同為產業的未來共同打拚努力。

PCB學院委員會召集人

許 正 弘

編輯者序

材料、設備、工具、製程、管控測量，這些一向是筆者在介紹製造產業技術中強調的項目。而材料的地位放在第一位，可見”巧婦難為無米之炊”，不重視對材料的掌控與瞭解很難有機會做出好的產品。

由於「無鉛、高層、高密度」近幾年來成為電路板產業的重要話題，而高速訊號寬頻訴求則是不斷提升資訊量的必然要件。面對這些因素，相當大的比例都必須要關注電路板材料的變化。低介電質係數、低介電損失、耐溫性提高、混合使用材料，這些技術性的改變使得業者對於材料的依賴逐漸加重。而適當的選用材料來面對薄利時代的來臨，則是所有業者都必需要關心的議題。

由於經歷過多個不同的產品專案與職務，比較能夠體會當產品線轉換時對於材料選用的重視為基本的要件，而對於這些材料的認證需求也比較能夠體認。

材料離不開設備與製程，如何與這些生產要件搭配充分發揮材料的優勢，這些是介紹材料的時候無可避免要列入的考慮。而材料知識的寬廣，恐怕也不是一本簡單的書就可以完整覆蓋的。筆者只是從多年來使用材料與蒐集資料的經驗中，整理出一些基礎性的概念集結成書供業者參考。因此比較偏重在應用方面的經驗討論，並不會過份深入研討更基礎的原料細節。

一本書的產生受惠於太多前輩的知識累積與同業的指教，筆者在材料這塊領域的歷練仍有相當多的努力空間，除了在成書之際感謝所有對此書編輯有幫助的親朋好友，也希望大家對於錯漏疏失給予指正。筆者會對於各個領域的書籍，於再版時予以更修及補強。在此再次感謝協會同仁的幫忙，也先感謝讀者的指教能讓新書出現更少的錯誤，感謝大家。

林定皓

謹識 於 2007年1月

硬式電路板材料簡介

Rigid PCB Materials Introduction

Contents

前言	電路板的材料概念	012
	0.1 電子材料選用的特性	012
	0.2 電路板材料的特質	012
	0.3 進入電路板材料的領域	013
第一章	電路板的類型	016
	1.1 簡介	016
	1.2 電路板的分類	016
	1.3 有機與無機基材	017
	1.4 圖形製作與分離線路配置的電路板	018
	1.5 軟硬複合板	019
	1.6 線路圖形製作所產出的連接板	020
	1.7 模鑄串接的裝置	025
	1.8 電鍍通孔(PTH)技術	025
	1.9 結論	029
第二章	電路板基材的介紹	032
	2.1 簡介	032
	2.2 基材等級與特性	032
	2.3 NEMA 所訂定的熱固型工業基材產品標準	036
	2.4 有關硬板與多層電路板基材的規範IPC-4101	037
	2.5 FR-4的特性	038
	2.6 基材辨識摘要	040
	2.7 膠片鑑定體系	043

第三章	基材材料的元素	046
3.1	簡介	046
3.2	環氧樹脂系統	046
3.3	其它樹脂系統	048
3.4	添加物	050
3.5	強化材料	052
3.6	導通材料	057
第四章	基材材料的製造	066
4.1	基材與膠片的製造	066
4.2	傳統的製造流程	066
4.3	直流電加熱或連續銅皮的製造	069
4.4	連續壓合流程	071
第五章	基材材料性質簡介	074
5.1	電路板基材的特性重點	074
5.2	熱、物理、機械特性	074
5.3	電氣特性	081
第六章	高密度化對於基材的影響	088
6.1	IC技術與PCB設計趨勢的衝擊	088
6.2	增加線路密度的方法	088
6.3	銅皮	089
6.4	尺寸的穩定度	091
6.5	耐熱性與信賴度	094

硬式電路板材料簡介

Rigid PCB Materials Introduction

Contents

6.6	電氣性質	096
6.7	HDI/微孔材料	099
6.8	被動元件的整合	100

第七章 基材導入電路板製程 104

7.1	簡介.....	104
7.2	物理、熱、電等特性的認證	104
7.3	基材的建構	104
7.4	膠片的選用以及良率的考慮	106
7.5	多層壓合作業認證	107
7.6	膠片與內層線路的結合力	108
7.7	尺寸穩定度的特性	109
7.8	阻抗特性	109
7.9	鑽孔的最佳化	109
7.10	除膠渣與化學銅沈積特性	110
7.11	紫外線的吸收	111
7.12	自動光學檢查需要的螢光	111

第八章 HDI微孔材料 114

8.1	簡介.....	114
8.2	定義.....	114
8.3	HDI微孔製造技術的重點.....	114
8.4	選擇HDI架構可改善面積利用率	116
8.5	HDI微孔製造用的材料.....	119
8.6	材料與技術驅動力	122
8.7	HDI用微孔有機基材範例.....	123

8.8	填孔.....	127
-----	---------	-----

第九章	基材的認證與測試	132
9.1	簡介.....	132
9.2	產業的標準	132
9.3	基材測試的策略	134
9.4	開始測試	135
9.5	整體的材料特性評估	138
9.6	特性測試計畫	152
9.7	工廠內的製造能力	154

第十章	電路板與材料的物理特性	158
10.1	PCB設計的類型	158
10.2	電子構裝型式的電路板	162
10.3	安裝零件的方法	166
10.4	零件的構裝型式	167
10.5	材料的選擇	172
10.6	製造方法	175
10.7	選擇構裝型式與製造供應者	177

第十一章	阻抗控制	180
11.1	簡介.....	180
11.2	基本阻抗不搭配的影響	182
11.3	阻抗.....	183
11.4	傳輸線路	184

硬式電路板材料簡介

Rigid PCB Materials Introduction

Contents

11.5 電路板內的傳輸線製作	185
11.6 計算電路板的線路阻抗	195
11.7 以個人電腦進行計算	200

第十二章 影像轉移

202

12.1 簡介	202
12.2 判斷的因素	203
12.3 乾膜光阻	205
12.4 液態光阻	208
12.5 電著塗裝光阻	209
12.6 光阻的處理流程	209
12.7 符合製造需求的設計	227

第十三章 多層板材料與處理

232

13.1 簡介	232
13.2 多層電路板材料	232
13.3 多層建構的型式	241
13.4 多層電路板流程	254
13.5 壓板製程	267
13.6 壓板製程控制與問題解決	274
13.7 壓板綜觀	276
13.8 多層電路板小結	276

第十四章 止焊漆材料與製程

278

14.1 簡介與定義	278
------------------	-----

14.2	止焊漆的功能	278
14.3	止焊漆設計的考慮	279
14.4	ANSI/IPC-SM-840規範	279
14.5	止焊漆的選擇	280
14.6	在裸銅上的止焊漆（SMOBC-Solder Maske On Bare Copper）	283
14.7	電路板止焊漆塗裝前的清潔與準備	284
14.8	止焊漆的應用	285
14.9	聚合	286
14.10	液態感光止焊漆（LPISR）	286
14.11	蓋孔	293
14.12	止焊漆進行化學鍍/金電鍍處理的問題	293
14.13	電路板材料的綜觀與結論	294

參考書目	295
------------	-----

硬式電路板材料簡介

Rigid PCB Materials Introduction

林定皓 編著



PCB學院召集人序

電子產業的變動快速，許多新需求所產生的技術瓶頸，愈來愈多必須要依靠採用的材料特性來解決。隨著隨身型電子產品不斷創新，密集化與低價化的產業訴求一再被提出，如何充分發揮材料的特質成為各個製造業領域不容忽視的課題。

以往電路板業者比較著力於量的成長以及製作技術的提升，但是對於所使用的基礎材料相較下就沒有受到平衡性的重視。也因此當面對多樣化的材料使用，會產生捉襟見肘難以面對的問題。

幾年來由於全球電子產品需求的復甦，不論個人化產品及系統產品市場都逐步成長。寬頻資訊時代的到來，讓產品材料的電性結構需求大模的提升，此時電路板產品對於材料的依賴性也就大幅提高。綠色材料、耐溫材料等等的訴求，促使業者必需要在材料的認知上多加努力。

『台灣電路板產業學院（PCB學院）』基於持續推廣產業知識的理念，希望在各個專業領域都能夠逐步有系統地推出相關書籍與報告，盼能讓業者有方便的參考工具書來建置相關基礎技術能力。

“硬式電路板材料簡介”一書的出版，代表著對於協會書籍完整性的另一個努力成果。對於想要有系統瞭解硬式電路板材料的人員而言，無疑是一個相當值得參考的書籍，出版之際代表協會向大家推介這本書。

感謝大家對協會與學院的支持，也期待大家共同為產業的未來共同打拚努力。

PCB學院委員會召集人

許 正 弘

編輯者序

材料、設備、工具、製程、管控測量，這些一向是筆者在介紹製造產業技術中強調的項目。而材料的地位放在第一位，可見”巧婦難為無米之炊”，不重視對材料的掌控與瞭解很難有機會做出好的產品。

由於「無鉛、高層、高密度」近幾年來成為電路板產業的重要話題，而高速訊號寬頻訴求則是不斷提升資訊量的必然要件。面對這些因素，相當大的比例都必須要關注電路板材料的變化。低介電質係數、低介電損失、耐溫性提高、混合使用材料，這些技術性的改變使得業者對於材料的依賴逐漸加重。而適當的選用材料來面對薄利時代的來臨，則是所有業者都必需要關心的議題。

由於經歷過多個不同的產品專案與職務，比較能夠體會當產品線轉換時對於材料選用的重視為基本的要件，而對於這些材料的認證需求也比較能夠體認。

材料離不開設備與製程，如何與這些生產要件搭配充分發揮材料的優勢，這些是介紹材料的時候無可避免要列入的考慮。而材料知識的寬廣，恐怕也不是一本簡單的書就可以完整覆蓋的。筆者只是從多年來使用材料與蒐集資料的經驗中，整理出一些基礎性的概念集結成書供業者參考。因此比較偏重在應用方面的經驗討論，並不會過份深入研討更基礎的原料細節。

一本書的產生受惠於太多前輩的知識累積與同業的指教，筆者在材料這塊領域的歷練仍有相當多的努力空間，除了在成書之際感謝所有對此書編輯有幫助的親朋好友，也希望大家對於錯漏疏失給予指正。筆者會對於各個領域的書籍，於再版時予以更修及補強。在此再次感謝協會同仁的幫忙，也先感謝讀者的指教能讓新書出現更少的錯誤，感謝大家。

林定皓

謹識 於 2007年1月

硬式電路板材料簡介

Rigid PCB Materials Introduction

Contents

前言	電路板的材料概念	012
	0.1 電子材料選用的特性	012
	0.2 電路板材料的特質	012
	0.3 進入電路板材料的領域	013
第一章	電路板的類型	016
	1.1 簡介	016
	1.2 電路板的分類	016
	1.3 有機與無機基材	017
	1.4 圖形製作與分離線路配置的電路板	018
	1.5 軟硬複合板	019
	1.6 線路圖形製作所產出的連接板	020
	1.7 模鑄串接的裝置	025
	1.8 電鍍通孔(PTH)技術	025
	1.9 結論	029
第二章	電路板基材的介紹	032
	2.1 簡介	032
	2.2 基材等級與特性	032
	2.3 NEMA 所訂定的熱固型工業基材產品標準	036
	2.4 有關硬板與多層電路板基材的規範IPC-4101	037
	2.5 FR-4的特性	038
	2.6 基材辨識摘要	040
	2.7 膠片鑑定體系	043

第三章	基材材料的元素	046
3.1	簡介	046
3.2	環氧樹脂系統	046
3.3	其它樹脂系統	048
3.4	添加物	050
3.5	強化材料	052
3.6	導通材料	057
第四章	基材材料的製造	066
4.1	基材與膠片的製造	066
4.2	傳統的製造流程	066
4.3	直流電加熱或連續銅皮的製造	069
4.4	連續壓合流程	071
第五章	基材材料性質簡介	074
5.1	電路板基材的特性重點	074
5.2	熱、物理、機械特性	074
5.3	電氣特性	081
第六章	高密度化對於基材的影響	088
6.1	IC技術與PCB設計趨勢的衝擊	088
6.2	增加線路密度的方法	088
6.3	銅皮	089
6.4	尺寸的穩定度	091
6.5	耐熱性與信賴度	094

硬式電路板材料簡介

Rigid PCB Materials Introduction

Contents

6.6	電氣性質	096
6.7	HDI/微孔材料	099
6.8	被動元件的整合	100

第七章 基材導入電路板製程 104

7.1	簡介.....	104
7.2	物理、熱、電等特性的認證	104
7.3	基材的建構	104
7.4	膠片的選用以及良率的考慮	106
7.5	多層壓合作業認證	107
7.6	膠片與內層線路的結合力	108
7.7	尺寸穩定度的特性	109
7.8	阻抗特性	109
7.9	鑽孔的最佳化	109
7.10	除膠渣與化學銅沈積特性	110
7.11	紫外線的吸收	111
7.12	自動光學檢查需要的螢光	111

第八章 HDI微孔材料 114

8.1	簡介.....	114
8.2	定義.....	114
8.3	HDI微孔製造技術的重點.....	114
8.4	選擇HDI架構可改善面積利用率	116
8.5	HDI微孔製造用的材料.....	119
8.6	材料與技術驅動力	122
8.7	HDI用微孔有機基材範例.....	123