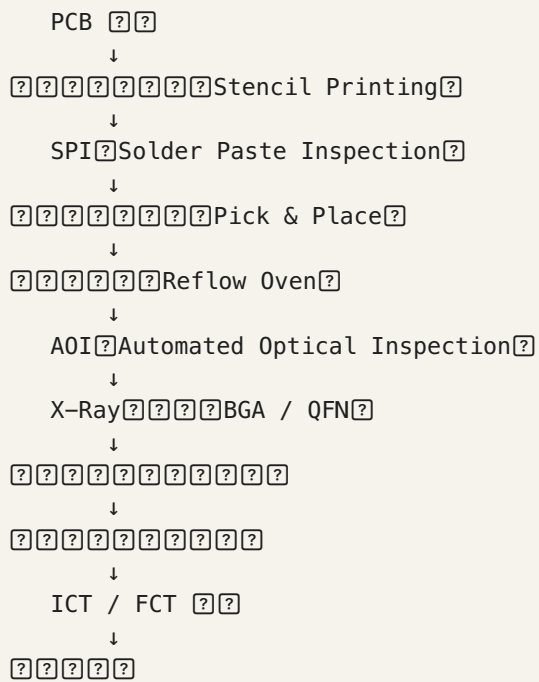


第 6 章 4：SMT 表面黏著技術

SMT (Surface-Mount Technology) 是現代電子產線的核心。

一、SMT 產線流程



二、錫膏印刷

鋼板 (Stencil)

- 不鏽鋼或鋁，雷射切割
- 厚度：0.1–0.15 mm
- 開孔對應每個焊盤

印刷機

- 自動對位
- 刮刀印刷
- 印壓、速度、角度都可調

錫膏

- SAC305（無鉛主流）：Sn96.5/Ag3.0/Cu0.5
- 含鉛 SnPb（少數軍工用）
- 低溫錫膏（Sn-Bi）：< 138° C 熔點

SPI

3D 量測錫膏：- 體積 - 高度 - 對位

三、Pick & Place

機台

- 高速機（chip shooter）：每小時數十萬點
- 多功能機（中速）：QFP、BGA、特殊封裝

主流廠商

- Yamaha、Panasonic、ASM Pacific、Fuji、Mycronic

視覺對位

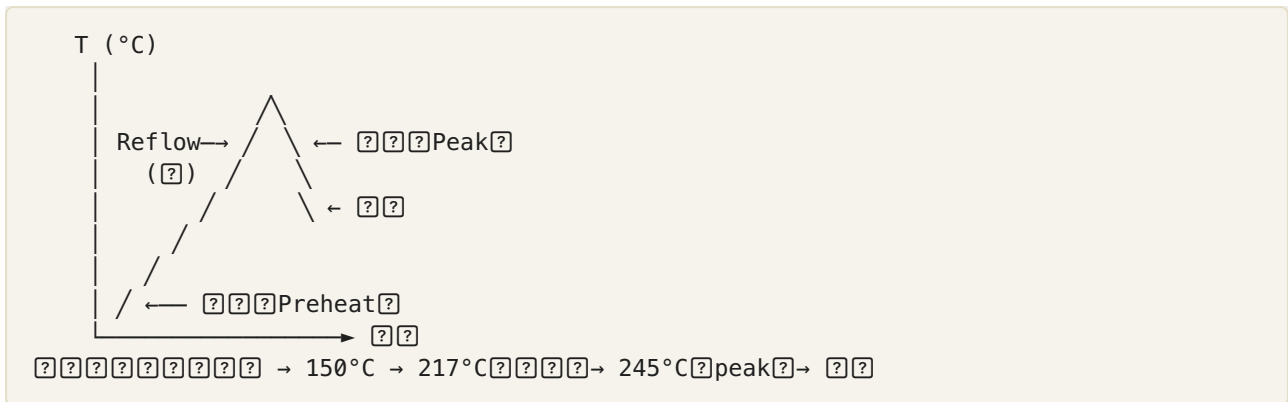
- 上視（晶片）
- 下視（PCB fiducial）
- 即時校正

Feeder

- Tape feeder（捲帶）
 - Tray
 - Stick
-

四、回焊 (Reflow)

溫度曲線 (Profile)



關鍵階段：1. 預熱 (Preheat)：室溫 → 150° C，60–120 秒 2. 均熱 (Soak)：150 → 200° C
3. 熔錫 (Reflow)：> 217° C 持續 30–90 秒 4. 冷卻：4–6° C/s 下降

溫區 (Zone)

8–12 個獨立溫區。氮氣環境減少氧化。

主流爐廠

- BTU、Heller、Rehm、Vitronics-Soltec

五、AOI 與 X-Ray

AOI (自動光學檢查)

- 攝影機 + 演算法
- 檢查：缺料、錯料、極性、空焊、橋接、焊量
- 高速 (每板 10–60 秒)

X-Ray

- 看 BGA、QFN、QFP 底部焊點
- 空洞 (void)、橋接、未濕潤

AXI (Auto X-ray Inspection)

線上自動 X-Ray，搭配 AOI 提高覆蓋。

六、常見焊接缺陷

缺陷	原因	解方
立碑 (Tombstone)	兩端受熱不均	焊盤對稱
橋接 (Bridge)	錫膏太多、pitch 過小	鋼板開口減少
冷焊	溫度不夠	profile 調整
空焊	錫膏不足	增加錫膏
球錫 (Solder Ball)	飛濺	錫膏品質
空洞 (Void)	助焊劑揮發不完	profile 改善
偏移 (Shift)	對位誤差	P&P 校正
漂浮 (Float)	浮力	焊盤設計
開路 (Open)	焊不上	多種原因

七、無鉛焊接的挑戰

無鉛 (lead-free) 焊接：- 熔點較高 (217° C vs 含鉛 183° C) - 焊點較脆 - 銅腐蝕較嚴重 - 整體製程窗口窄

→ 必須嚴格管控制程。

八、本章總結

✅ 您應該理解：

- [x] SMT 完整產線流程
- [x] 錫膏印刷與鋼板
- [x] Pick & Place
- [x] Reflow profile
- [x] AOI / X-Ray
- [x] 常見焊接缺陷與解方

下一章

05-?????.md