

圖解半導體製造裝置



內容簡介

你我日常生活離不開的電腦、手機等電子產品，它們具備的智慧型功能要靠半導體才得以完成，因此半導體是資訊化社會不可或缺的核心要素。本書即針對半導體如何製造的具體內容來說明，從實踐的觀點專業分析半導體製造的整體架構，著重在半導體的所有製程與具代表性製造裝置。

本書特色

本書針對製造半導體的主要裝置詳盡解說。介紹半導體所有製程及與使用裝置的關係，並深入了解裝置的構造、動作原理及性能，輔以圖解進行細部分析，建立系統化知識。

監修者簡介

菊地正典

1944年生，1968年東京大學工學部物理工學科畢業後，即進入日本電氣公司（NEC），長期從事半導體元件及製程開發相關工作，累積半導體開發與量產的

豐富經驗。1996 年擔任 NEC 公司半導體事業集團總工程師，2000 年擔任 NEC 電子元件總工程師，2002 年起擔任日本半導體製造裝置協會（SEAJ）專務理事。

執筆者簡介

賴金雅春

1972 年神戶大學工學部畢業後，即任職於日本電氣公司（NEC），負責超高速半導體元件、製程開發工作，並於相模原事業場從事半導體製造工廠前段製程到後段製程的生產線及製程品質管理。2002 年 4 月起，外派至日本半導體製造裝置協會。共同著作有《ULSI 製造裝置實用便覽》（Science Forum）。

春日壽夫

1970 年大阪大學基礎工學部畢業後，即任職於日本電氣公司（NEC），進行半導體封裝技術開發，以及執行美國 NEC 公司半導體後段工程的工場建設及營運。目前從事 NEC Electronics 的技術涉外總括業務，並兼任 JEITA 及 IEC 半導體・實裝相關標準化與技術動向委員會的要職。主要著作有：《CSP/BGA 技術》、《CSP 實裝技術》（以上日刊工業新聞社出版）、《高密度實裝技術 100 問》（工業調查會）等。

審訂者簡介

羅丞曜

國立中央大學光電科學研究所碩士。目前就讀於東京大學工學系研究科電氣工學專攻博士課程。近期研究興趣為半導體元件、微機電系統、印刷電子電路及軟性顯示器。於 2001 年至 2005 年任職於台灣積體電路公司擔任 90 奈米及 45 奈米製程整合專案資深研發工程師。個人著有十一篇科技論文並擁有六件半導體元件製程國際專利。並自 2000 年起持續從事英文及日文科技圖書及論文的翻譯、校稿及潤稿工作。

譯者簡介

張萍

高雄科技大學應用日語系、雲林科技大學企研所畢業，日本特別研究生一年。
目前任職於財團法人從事對日國際業務，兼職翻譯。

目 錄

前言

第 1 章 概觀半導體製程

1-1 前段製程與後段製程

前段製程安裝元件、配線；後段製程進行組裝、選別、檢驗等 8

1-2 元件形成製程(前段製程 FEOL) 1

從晶圓洗淨、氧化到閘極氧化層之形成 12

1-3 元件形成製程(前段製程 FEOL) 2

閘極多結晶矽之形成到埋設接觸孔 16

1-4 配線形成製程(前段製程 BEOL)

將電晶體等以金屬配線、接續後形成迴路 20

1-5 晶圓電路檢查製程

確認埋入晶圓內晶片迴路特性，判定其優、劣 24

1-6 組裝製程(後段製程)

將優質的晶片與外埠端子連接，用薄膜來保護晶片 26

1-7 選別、檢驗製程(後段製程)

逐個檢查已完成之 LSI 電力特性、尺寸、外觀 28

Column 新材料、新技術持續登場 29

1-8 製造流程與所使用之裝置

各元件構成零組件之流程概觀 30

第 2 章 前段製程(洗淨 ~ 曝後烤)之主要製程與裝置

- 2-1 洗淨 1
 - 一般使用藥劑之化學性清除方法 40
- 2-2 洗淨 2
 - 晶圓洗淨技術與新興洗淨技術 43
- 2-3 乾燥
 - 晶圓處理後務必要水洗、乾燥 45
- 2-4 氧化
 - 將晶圓矽表面轉換為矽氧化層 47
- 2-5 化學氣相沈積(CVD) 1
 - 讓反應瓦斯進行化學反應，沉積出膜 49
- 2-6 化學氣相沈積(CVD) 2
 - ALD 與 Cat-CVD 52
- 2-7 光阻蝕劑塗佈
 - 圖形(pattern)加工前之光阻蝕劑塗佈 54
- 2-8 預烤
 - 將光阻蝕劑稍微加熱 56
- 2-9 曝光 1
 - 步進機(stepper)、掃描機(scanner)、液浸曝光裝置 57
- 2-10 曝光 2
 - EUV 與圖形解析度提升技術 59
- 2-11 曝光 3
 - 電子束曝光裝置 62
 - Column 曝光裝置方式 63
- 2-12 顯像·曝後烤
 - 在光阻蝕劑上製作圖形，燒刻 64

第 3 章 前段製程(乾式蝕刻~金屬鍍膜) 之主要製程與裝置

- 3-1 乾式蝕刻 1

- 反應性離子蝕刻裝置 72
- 3-2 乾式蝕刻 2
 - 非等向性蝕刻與等向性蝕刻 74
- 3-3 抗蝕劑剝離·灰化
 - 去除不要之光阻蝕劑 76
- 3-4 CMP
 - 表面研磨、平坦化 78
- 3-5 濕式蝕刻
 - 整體蝕刻之主要用途 80
 - Column 矽化物技術 82
- 3-6 不純物質(雜參)導入裝置 1
 - 離子佈植 83
 - Column 離子佈植光罩 84
- 3-7 不純物質(雜參)導入裝置 2
 - 新的不純物質導入技術 85
- 3-8 氧化層蝕刻(反蝕刻)
 - 閘極側壁以自我對準方式形成絕緣膜 87
- 3-9 PVD(物理氣相沉積)裝置 1
 - 濺鍍 88
- 3-10 PVD(物理氣相沉積)裝置 2
 - 各種 PVD 技術 91
- 3-11 熱處理(退火)
 - 非活性氣體中之晶圓熱處理 93
- 3-12 鍍膜
 - 將配線用的銅金屬做全面性的鍍膜 95
- 3-13 其他技術·裝置 1
 - 磊晶沉積、熱擴散 97
- 3-14 其他技術·裝置 2

第 4 章 後段製程(切割~接合) 之主要製程與裝置

4-1 封裝 1

封裝的種類與特徵 108

4-2 封裝 2

從實裝技術來看半導體封裝的趨勢 112

Column 為何需要高密度實裝技術 115

4-3 LSI 後段製程方法

將 LSI 裝置以封裝方法收? 116

4-4 研磨

薄化矽晶圓 118

4-5 切割

將矽晶圓分割為單個積體電路 120

Column 藉由超純水洗淨破壞半導體晶片的靜電 123

4-6 黏晶

將分割後的半導體晶片搭載於封裝基板 124

4-7 打線接合

將分割後的半導體晶片與外部電力連接 126

Column 未來的新型態打線接合技術 129

4-8 無接線接合

將半導體晶片與外部電力以無接線方式接合 130

第 5 章 後段製程(樹脂封裝、端子加工、檢查)之主要製程與裝置

5-1 樹脂封裝 1

導線架型封裝之傳送模塑樹脂封裝裝置 140

Column 為何無鉛對環境保護來說是必要的? 142

5-2 樹脂封裝 2

- 僅有基板單邊設有縫細，可以樹脂封裝金屬方式注入樹脂 144
- 5-3 導線架式封裝端子加工
 - 鍍、導線成形裝置 146
- 5-4 BGA 式封裝端子加工
 - 附有球型、封裝切斷・分離 152
- 5-5 標記(Marking)
 - 於封裝產品上標記姓名與地址 154
- 5-6 無接線接合中具有代表性之後段製程製造方法案例
 - TBGA 與 FCBGA 156
- 5-7 3D 晶片堆疊構裝
 - 晶片堆疊之高密度、高性能化 160
 - Column 何謂半導體~機器組合系統之統合設計 163
- 5-8 晶圓階段之封裝
 - 後段製程中，直接以擴散製程製造晶圓的方式
 - Column 裸晶封裝所需要的 KGD 167
- 5-9 半導體檢查製程
 - LSI 檢查 168 索引 176