

内 容 提 要

本书由工作在电子元器件第一线的各方面专家编写,内容涉及各类电子元器件,包括真空电子器件、微电子器件、光电子器件、微特电机和特种元器件等。书中概要介绍了各类电子元器件的基本特性、当前的产品情况以及所采用的国家标准,讨论了如何正确管理、选择、使用元器件以及在使用过程中可能出现的问题及解决方法。

本书对从事电子设备、系统研制、生产的单位和技术人员在了解电子元器件的基本情况,提高电子设备、系统设计的可制造性方面具有较高的使用价值。

图书在版编目 (C I P) 数据

电子元器件应用技术/李松法主编. —北京:航空工业出版社, 2009. 6

(产品设计可制造性技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 80243 - 076 - 1

I. 电… II. 李… III. 电子元件—基本知识 IV. TN6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 196996 号

电子元器件应用技术

Dianzi Yuanqijian Yingyong Jishu

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010 - 64815615 010 - 64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2009 年 6 月第 1 版

2009 年 6 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 14. 75

字数: 366 千字

印数: 1—4000

定价: 48.00 元

目 录

| | |
|----------------------------|--------|
| 第 1 章 引言 | (1) |
| 第 2 章 电子元器件的选择与管理 | (3) |
| 2.1 电子元器件管理 | (4) |
| 2.1.1 元器件选择 | (4) |
| 2.1.2 技术规范的规定 | (5) |
| 2.2 元器件选择指南 | (6) |
| 2.2.1 集成电路 | (6) |
| 2.2.1.1 数字集成电路 | (7) |
| 2.2.1.2 模拟集成电路 | (16) |
| 2.2.1.3 混合集成电路 | (19) |
| 2.2.2 微波毫米波器件和集成电路 | (20) |
| 2.2.2.1 真空微波功率器件 | (20) |
| 2.2.2.2 固态微波器件 | (28) |
| 2.2.2.3 微波单片集成电路 | (34) |
| 2.2.3 固态激光器 | (37) |
| 2.2.3.1 固体激光器 | (38) |
| 2.2.3.2 半导体激光器 | (42) |
| 2.2.4 光电探测器 | (47) |
| 2.2.4.1 可见光 CCD | (47) |
| 2.2.4.2 红外焦平面探测器 | (53) |
| 2.2.5 MEMS | (58) |
| 2.2.5.1 惯性 MEMS | (59) |
| 2.2.5.2 射频 (RF) MEMS | (60) |
| 2.2.5.3 光 MEMS | (61) |
| 2.2.5.4 MEMS 传感器 | (62) |
| 2.2.6 化学、物理电源 | (66) |
| 2.2.6.1 化学电源 | (66) |
| 2.2.6.2 物理电源 | (75) |
| 2.2.7 电缆与光缆 | (77) |

| | | |
|----------|---------------------|---------|
| 2.2.7.1 | 电缆 | (77) |
| 2.2.7.2 | 光纤与光缆 | (80) |
| 2.2.8 | 微特电机 | (82) |
| 2.2.8.1 | 信号电机 | (82) |
| 2.2.8.2 | 执行电机 | (87) |
| 2.2.8.3 | 电源电机 | (91) |
| 2.2.9 | 敏感元件与传感器 | (92) |
| 2.2.9.1 | 热敏元件、温度传感器 | (92) |
| 2.2.9.2 | 力学量传感器 | (93) |
| 2.2.9.3 | 压敏元件(压敏电阻器) | (94) |
| 2.2.9.4 | 湿敏元件及湿度传感器 | (96) |
| 2.2.9.5 | 振动惯性器件 | (96) |
| 2.2.10 | 声表面波/声体波器件 | (98) |
| 2.2.11 | 微波元件 | (102) |
| 2.2.11.1 | 环行器和隔离器 | (102) |
| 2.2.11.2 | 波导和波导元件 | (104) |
| 2.2.12 | 电阻器 | (105) |
| 2.2.12.1 | 固定电阻器 | (105) |
| 2.2.12.2 | 电阻网络和阻容网络 | (108) |
| 2.2.12.3 | 电位器 | (109) |
| 2.2.13 | 电容器 | (113) |
| 2.2.13.1 | 有机电容器 | (113) |
| 2.2.13.2 | 无机电容器 | (115) |
| 2.2.13.3 | 电解电容器 | (117) |
| 2.2.13.4 | 空气介质微调电容器 | (122) |
| 2.2.14 | 继电器 | (123) |
| 2.2.14.1 | 电磁继电器 | (123) |
| 2.2.14.2 | 固体继电器(SSR) | (125) |
| 2.2.14.3 | 延时继电器(时间继电器) | (127) |
| 2.2.14.4 | 恒温继电器(温度继电器) | (128) |
| 2.2.15 | 电连接器 | (129) |
| 2.2.15.1 | 低频连接器 | (129) |
| 2.2.15.2 | 射频连接器、转接器及射频连接器电缆组件 | (132) |
| 2.2.15.3 | 插座和端接件 | (133) |
| 2.2.16 | 磁性元器件 | (134) |
| 2.2.16.1 | 软磁铁氧体 | (134) |
| 2.2.16.2 | 金属磁粉心 | (134) |
| 2.2.16.3 | 感性器件 | (135) |

| | |
|--------------------------------|--------------|
| 2.2.17 开关 | (137) |
| 2.2.17.1 旋转开关 | (138) |
| 2.2.17.2 微动开关 | (138) |
| 2.2.17.3 钮子开关 | (139) |
| 2.2.17.4 编码开关 | (139) |
| 2.2.17.5 按钮开关 | (140) |
| 2.2.17.6 行程开关 | (140) |
| 2.2.17.7 薄膜键盘开关 | (140) |
| 2.3 元器件的筛选 | (141) |
| 2.3.1 筛选的概念与原理 | (141) |
| 2.3.2 器件失效模式分析与筛选方法的选择 | (142) |
| 2.3.3 筛选方法及其条件的确定 | (148) |
| 2.3.4 5004A 筛选试验方法 | (150) |
| 2.4 寿命周期成本 (LCC) | (153) |
| 2.4.1 寿命周期成本的组成 | (153) |
| 2.4.1.1 寿命周期成本模型 | (153) |
| 2.4.1.2 寿命周期各阶段费用 | (154) |
| 2.4.2 寿命周期成本控制 | (154) |
| 2.4.2.1 寿命周期成本参数设计 | (155) |
| 2.4.2.2 设计阶段的成本控制 | (155) |
| 2.4.2.3 关键部件的成本控制 | (157) |
| 第3章 典型元器件的设计与制造方法 | (158) |
| 3.1 硅单片集成电路设计与制造的新技术、新工艺 | (158) |
| 3.1.1 设计技术 | (158) |
| 3.1.2 集成电路芯片工艺技术 | (160) |
| 3.2 硅单片集成电路芯片制造的关键技术 | (162) |
| 3.2.1 工艺流程 | (162) |
| 3.2.2 典型工艺介绍 | (164) |
| 3.2.2.1 光刻 | (164) |
| 3.2.2.2 扩散与离子注入 | (165) |
| 3.3 集成电路生产线的设备与材料 | (166) |
| 3.3.1 集成电路设备 | (167) |
| 3.3.2 集成电路工艺用材料 | (167) |
| 第4章 环境防护与可靠性保障措施 | (169) |
| 4.1 概述 | (169) |
| 4.2 环境因素分析 | (169) |

| | |
|-------------------------------------|--------------|
| 4.3 可靠性保障措施 | (172) |
| 4.3.1 热防护 | (173) |
| 4.3.2 机械防护 | (175) |
| 4.3.3 冲击和振动防护 | (175) |
| 4.3.4 潮湿、盐雾、沙尘的防护 | (175) |
| 4.3.5 辐射防护 | (175) |
| 4.4 电子设备封装的一般考虑 | (176) |
| 第5章 电子设备的装配和封装 | (177) |
| 5.1 电路基板的发展趋势 | (177) |
| 5.1.1 印刷电路板 (PCB) | (177) |
| 5.1.2 陶瓷基板 | (179) |
| 5.2 电缆与光缆 | (180) |
| 5.2.1 电缆 | (180) |
| 5.2.2 光缆 | (181) |
| 5.3 锡焊 | (182) |
| 5.3.1 手工焊 | (182) |
| 5.3.2 波峰焊 | (182) |
| 5.3.3 串联焊 | (183) |
| 5.3.4 再流焊 | (183) |
| 5.3.5 焊剂和焊剂用法 | (184) |
| 5.4 不用焊剂的缠绕电路接点 | (185) |
| 5.5 表面安装技术 (SMT) | (185) |
| 5.5.1 表面安装元器件 (SMC/SMD) | (187) |
| 5.5.2 表面安装设备 | (187) |
| 5.5.2.1 焊膏和贴装胶涂敷设备 | (187) |
| 5.5.2.2 贴装设备 | (188) |
| 5.5.2.3 焊接设备 | (189) |
| 5.5.2.4 其他设备 | (189) |
| 5.6 针脚式布线 | (189) |
| 5.7 挠性蚀刻电路 | (191) |
| 5.8 插件设备 | (191) |
| 5.8.1 手工插件和半自动插件系统 | (192) |
| 5.8.2 全自动插件系统 | (193) |
| 第6章 生产和使用期间可靠性降低最小化的设计 | (194) |
| 6.1 造成可靠性降低的因素 | (194) |
| 6.2 易于检测和维修的设计 | (197) |

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| 6.2.1 硬件分块的设计 | (198) |
| 6.2.2 故障的诊断和分离 | (199) |
| 第7章 用在生产线上的测试技术和检测设备 | (203) |
| 7.1 元器件测试 | (203) |
| 7.1.1 半导体器件生产过程中的在线检测 | (203) |
| 7.1.1.1 半导体集成电路测试技术 | (203) |
| 7.1.1.2 集成电路在线检测 | (205) |
| 7.1.2 集成电路高温贮存和可靠性老炼 | (205) |
| 7.1.2.1 可靠性筛选 | (206) |
| 7.1.2.2 高温贮存 | (206) |
| 7.1.2.3 老炼筛选 | (206) |
| 7.1.3 元器件产品出、入厂质量检测与试验 | (207) |
| 7.2 印刷电路板 (PCB) 检测 | (207) |
| 7.2.1 基本测试技术 | (208) |
| 7.2.1.1 自动光学检测 (AOI) | (208) |
| 7.2.1.2 自动 X 射线检测 (AXI) | (209) |
| 7.2.1.3 在线测试 (ICT) | (209) |
| 7.2.1.4 功能测试 (FT) | (210) |
| 7.2.2 组合测试技术 | (210) |
| 7.3 部分自动化和自动化测试 | (211) |
| 7.3.1 自动测试系统基本结构 | (211) |
| 7.3.2 集成电路自动测试设备 | (212) |
| 参考文献 | (213) |
| 后记 | (216) |