

职业院校理论实践一体化系列教材（光电子技术专业）

半导体光电器件封装工艺

陈振源/总主编
战 瑛 张逊民/主 编
陈 忠/主 审



含DVD光盘1张



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

职业院校理论实践一体化系列教材（光电子技术专业）

半导体光电器件 封装工艺

陈振源 总主编

战瑛 张逊民 主编

陈 忠 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书针对整个光电器件封装所用条件及工艺流程进行介绍,包括:光电器件封装规范、扩晶工艺、装架工艺、引线焊接工艺、器件封装工艺、产品的检测与包装6个项目,对光电器件封装工艺流程及技术要求都做了说明,内容浅显易懂,注重实际操作工艺及理论联系实际的能力。

本教材适合中等职业学校光电相关专业的学生使用,也可以作为光电器件封装技术工人的培训教材。

为了方便教师教学,本书还配有部分技能训练实际操作的教学光盘,供教学使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

半导体光电器件封装工艺/战瑛,张逊民主编. —北京:电子工业出版社,2011.6

职业院校理论实践一体化系列教材. 光电子技术专业

ISBN 978-7-121-12887-5

I. ①半… II. ①战…②张… III. ①半导体器件:光电器件—封装工艺—专业学校—教材 IV. ①TN305.94

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第016601号

策划编辑:张凌

责任编辑:刘凡

印刷:三河市鑫金马印装有限公司

装订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:6.5 字数:166千字

印次:2011年6月第1次印刷

印数:3000册 定价:29.60元(含DVD光盘1张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。



前言

PREFACE



半导体光电器件从诞生至今只有短短几十年的时间，但是它在最近几年得到迅猛发展，尤其是光电器件的应用范围的迅速扩大，无疑将光电器件的封装推到了一个至关重要的地位。本书从封装的材料选择到封装的工艺流程再到器件封装的可靠性控制都进行了介绍，基本涵盖了目前常见光电器件封装生产所要求及注意的所有知识。

在光电器件产品快速应用与发展的同时，光电器件封装技能型人才渐显匮乏，在中职学校中真正介绍封装的教材还很少。在这样的背景下，我们针对中职学生编写了这样一本与实践紧密相联的光电器件封装教材。本教材在内容编排上采用了项目教学的课程结构，通过理论的学习来指导相应的项目技能实训，通过项目理解理论知识，充分体现理论与实践的结合。这样不仅有利于中职学生接受理论知识，也能让他们在具备一定理论的基础后有充分动手的时间，真正获得一技之长。

本书共有 6 个项目，项目一介绍光电器件封装规范，通过这个项目的学习，可了解光电器件封装的工艺环境及封装的安全规范；项目二至项目六是在整个封装工艺流程的基础上设置的，包括封装工艺的主要工艺过程：扩晶、装架、引线焊接、封装、产品的检测与包装。为了方便教师教学，本书还配有教学光盘，提供部分项目的教学视频，供教师上课时参考使用。

本书由陈振源任总主编，并负责本套教材的整体规划和教材样例的设计。本书由战瑛、张逊民主编，并负责全书的统稿。全书由陈忠教授校稿审定，在此表示诚恳的谢意。刘欢欢老师参与编写了项目一的部分内容，赵泉老师在本书配套视频编辑方面给予了全力支持，在此一并表示感谢。

本教材的总学时数计划为 60 课时（包括理论课时与实训课时），学时分配可参考下表，理论课时与实训课时的比例大约为 1 : 2.5，在实施过程中，任课教师可以根据具体情况适当调整和取舍。

学时分配参考表

序 号	内 容	学 时		
		理论	技能训练	
项目一	光电器件封装规范	2	技训一	2
项目二	扩晶工艺	2	技训二	3
			技训三	3
项目三	装架工艺	6	技训四	6
			技训五	8
项目四	引线焊接工艺	6	技训六	8
项目五	器件封装工艺	4	技训七	8
项目六	产品的检测与包装	2	0	
总学时数		60		

目前，光电器件封装技术的实训教材的编写还处于探索阶段，加之作者的水平有限，书中难免存在错误与不妥之处，恳请读者批评指正，以便使这本教材日趋完善。

编 者



目录

CONTENTS



项目一 光电器件封装规范	1
任务一 了解光电器件的封装工艺环境	1
一、光电器件的封装	1
二、光电器件封装工艺环境	2
复习思考题	3
任务二 光电器件封装安全性的认识	4
复习思考题	5
任务三 光电器件封装过程中的安全防护	5
一、封装安全防护之防静电规程	5
技能训练一 静电防护装备及设备识别与配备(见光盘)	8
二、封装安全防护之操作人员规程	12
复习思考题	13
项目小结	13
项目二 扩晶工艺	14
任务一 识别芯片信息	14
一、芯片的信息	14
二、芯片的存储	14
复习思考题	15
任务二 扩晶工艺	15
一、扩晶的目的	15
二、扩晶设备	16
三、扩晶工艺过程	16
四、扩晶技术要求及注意事项	17
技能训练二 扩晶工艺实操(见光盘)	18
复习思考题	21
任务三 芯片的镜检	22
一、芯片的分选技术	22
二、芯片的镜检	23

技能训练三 镜检工艺实操	24
复习思考题	28
项目小结	28
项目三 装架工艺	30
任务一 选择装架材料及认识装架设备	30
一、装架的目的	30
二、黏结材料的选择与使用	30
三、点胶与背胶工艺	33
技能训练四 手动点胶与背胶工艺实操（见光盘）	35
四、装架设备	39
复习思考题	40
任务二 装架工艺	40
一、自动装架与手动装架工艺过程	40
二、装架技术要求注意事项	41
技能训练五 手动装架工艺实操（见光盘）	43
复习思考题	46
任务三 装架良次品判别及不良情况的分析与改进	46
一、装架失效模式	46
二、装架异常处理	49
复习思考题	50
项目小结	50
项目四 引线焊接工艺	52
任务一 选择焊线材料及认识引线焊接设备	52
一、引线焊接的目的	52
二、焊线材料的选择	52
三、引线焊接设备	53
复习思考题	55
任务二 引线键合工艺	55
一、键合工艺的分类	55
二、自动键合与手动键合工艺过程	56
三、键合技术要求及注意事项	58
技能训练六 手动键合工艺实操（见光盘）	61
复习思考题	65
任务三 键合良次品判别及不良情况的分析与改进	65
一、键合失效模式	65
二、键合不良情况的分析与改进	67
复习思考题	68
项目小结	69

项目五 器件封装工艺	70
任务一 选择封装材料及认识封装设备	70
一、封装的目的	70
二、封装工艺的分类	71
三、封装材料	71
四、封装设备	72
复习思考题	73
任务二 封装工艺	73
一、自动封装与手动封装工艺过程	73
二、封装工艺的技术要求及注意事项	73
技能训练七 手动灌胶封装工艺实操（见光盘）	75
复习思考题	80
任务三 封装良次品判别及不良情况的分析与改进	80
一、封装失效模式	80
二、封装异常处理	81
复习思考题	81
项目小结	81
项目六 产品的检测与包装	83
任务一 封装产品的检测	83
一、影响光电器件可靠性的主要因素	83
二、光电器件的测试、检测	84
复习思考题	84
任务二 光电产品的分选与编带	84
一、光电器件的筛选及分选	84
二、光电器件的编带包装	86
复习思考题	89
项目小结	89
附录 A 5S 企业管理规范	90
一、5S 的起源	90
二、5S 管理的思路	90
三、5S 含义	90
四、5S 的发展	91
附录 B 光电行业常用长度单位的换算	92
附录 C 本书配套最简单实训室配置	93
参考文献	96

项目一 光电器件封装规范

项目介绍

由于光电器件本身的特殊性，光电器件在封装过程中有着极其严格的要求。光电器件封装工艺的成败取决于多个方面，除了工艺技术细节外，封装过程中的安全规范也直接影响封装的质量。封装的安全包括操作人员的人身安全，以及光电器件的安全。



通过本项目的学习，学生应该了解光电器件封装的一些基本知识，并知道光电器件封装的工艺环境，应该明确封装过程中静电防护及安全操作的必要性，并会选择正确的安全操作方法，这些在今后的工艺生产中至关重要。

任务一 了解光电器件的封装工艺环境

一、光电器件的封装

半导体器件，是指导电性介于导体与绝缘体之间，利用半导体材料特殊的电特性来完成特定功能的电子器件。半导体光电器件是一种新型半导体器件，它利用半导体的光电效应或热电效应，把光和电这两种物理量联系起来，使光和电互相转化。光电器件所包含的范围很广，主要有利用半导体光敏特性工作的光电导器件（如光导管）、利用半导体光伏效应工作的光电池（如光电池）和半导体发光器件（如发光二极管）等。

半导体光电器件中用于进行光电转换或电光转换的部件是芯片，而芯片本身的尺寸很小，为了便于光电器件的使用，要对其进行封装操作。半导体器件封装的主要目的是为了确保半导体芯片和电路之间正确的电气和机械性的互相连接，保护芯片不受到机械、热、潮湿及其他种种外来冲击，以防止空气中的杂质对芯片电路的腐蚀而造成电气性能下降。同时，封装后的器件也更便于安装和运输。对于一些发光的半导体器件，因其光学特性的特殊要求，封装时也需考虑其光学特性。在选择封装方法、材料和设备时，需要考虑到光电器件的外形、电气及机械特性等因素。

衡量一个芯片封装技术先进与否的重要指标是芯片面积与封装面积之比，这个比值越接近1越好。封装时除了需要考虑芯片面积与封装面积之比尽量接近1:1外，还要尽量缩短引脚长度，增大引脚间的距离，以减少延迟和干扰，提高性能。同时，基于散热的要求，封装后的器件也是尽量越薄越好。

光电器件封装要求高、工艺繁、技术难，在每道工序中都有严格的工艺要求，且工艺过程环环相扣，若封装未按照工艺要求来进行，不但会影响光电器件中核心器件芯片性能

的正常发挥，严重的还将直接导致封装后的光电器件在使用过程中出现质量不稳定、寿命短、一致性不佳等问题。由于封装技术的好坏还直接影响到芯片自身性能，所以它是至关重要的。不同的半导体光电器件由于其自身的特点，并没有一个统一的生产工艺，但是基本的工艺有着相似的特点，因而本书中所涉及的封装工艺选取示例主要是目前应用较多的小功率发光二极管封装，兼顾介绍其他器件的封装工艺的不同点。

二、光电器件封装工艺环境

半导体光电器件的核心元件的尺寸通常只有几毫米，因而光电器件的封装对工艺环境有着严格的要求，在整个工艺过程中对灰尘含量、温/湿度、静电等方面都有着严格的指标。在整个封装流程中，前道和中道工序中的镜检、扩晶、点胶、装架、引线焊接、封装等工艺，除了对净化、温/湿度、静电等都有相应的技术要求外，对技术要求相对不是特别高的后序检测工艺、装箱等环节对工艺环境也有较高要求。本节将就光电器件的封装工艺环境要求进行简述，在后续章节中将不再详述工艺环境要求，在整个封装工艺过程中都应该严格执行这些要求。

1. 净化要求

制作光电器件的生产环境中的灰尘一旦进入到器件中，可能会遮挡芯片发光面，降低工艺可靠性，造成潜在电路危害，这将直接或间接影响封装产品的质量。除了测试、包装外，其他的工艺的生产操作一般在十万级到万级的净化车间中进行，如图 1-1 所示为装修完成的净化车间。在净化车间中不仅要控制灰尘数量，同时还需要规划静电防护，并且事先需要设计好厂房的气流、人流、物流方案，避免在运用中出现废料气排放困难、物流和人流影响生产环境、不容易进行目视化管理等问题。在对净化有特别要求的生产工艺环节，也可以进行局部净化设计，以提高或降低个别区域灰尘防护等级。

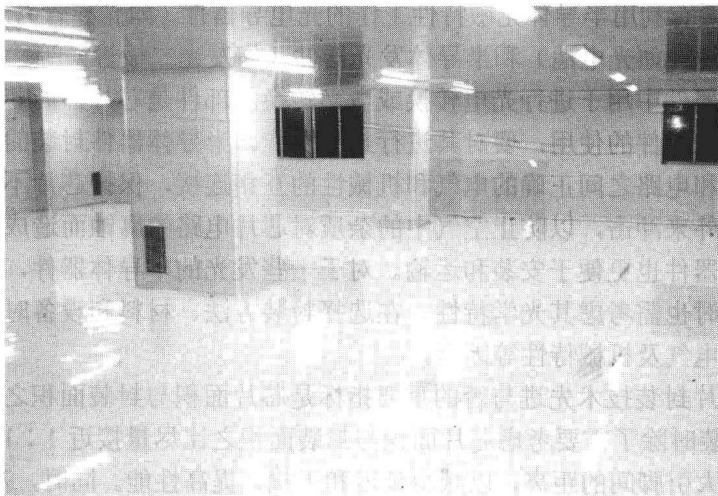


图 1-1 净化车间

在使用净化车间时,要避免操作人员在车间内随意走动而产生灰尘,增大动态灰尘浓度。净化车间在使用过程中要注意保洁,使用一定时间后要及时进行换风口的清洁,以保持正常的净化等级。

净化车间的使用除了在灰尘的数量控制方面有着不可替代的作用外,净化车间的防静电地板和墙壁,对静电的防护也起着重要的作用。同时,操作人员在工艺操作过程中也要严格遵守 5S 企业管理规范(详见附录 A),整洁的工作环境也将减少人员的走动和材料的取用,减少灰尘和静电的产生。

2. 温湿度要求

空气中所含水分的多少也会影响封装器件的质量,过少的水分不仅会引起灰尘含量的增加,也会增加静电产生和累积的可能性;过多的水分则会对封装器件中的电连接造成潜在的危害。同时,过高和过低的温度也会造成器件可靠性*的降低。因此封装环境中的温度和湿度都要控制在一定的范围内,温度为 17~27 °C,即室温范围,而相对湿度一般为 30%~75%。

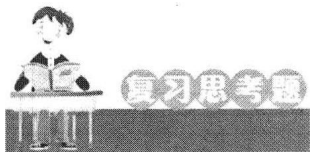
湿度变化和干燥的环境不利于静电的消散,所以环境温湿度需要稳定,温度最好在 23 °C 左右,相对湿度最好不要低于 40%。个别区域可在小范围内提高要求。

*可靠性:是指元件、产品、系统在一定时间内、一定条件下无故障地执行指定功能的能力或可能性。在生产过程中可通过可靠度、失效率、平均无故障间隔来衡量产品可靠性。

3. 防静电要求

半导体器件是在弱电环境下工作的器件,静电对于利用 PN 结原理工作的半导体器件来说是致命的,在材料取用、生产过程中、封装运输过程中,无论哪个环节产生的过高的静电电压,要么直接击穿 PN 结,对光电器件直接造成破坏性的损伤,要么间接对器件造成潜在的电路危害,以致半导体器件在后期使用过程中出现各种可靠性问题。所以半导体光电器件的生产环境中要有严格的防静电措施,包括尽量在净化车间内进行工艺操作,在普通车间工艺操作时,也要保证车间内的地板、墙壁、桌、椅等都有防静电功能,并要配备离子风机、离子风枪等静电消除设备。操作人员在整个操作工艺过程中要穿上防静电服、防静电手套、防静电鞋、防静电手环等。

为了尽量降低静电效应给器件带来的破坏和影响,生产光电器件的净化车间对地面、墙壁、工作台、风口、人和服装等也都有严格的防静电或导电要求,这里不详细列写具体要求,各部分要求的静电电位一般在 kV 量级以上。



- (1) 半导体光电器件封装的作用有哪些?
- (2) 半导体光电器件封装工艺环境应该如何? 工艺环境都在哪些方面有要求?
- (3) 衡量光电器件封装质量的标准是什么?

任务二 光电器件封装安全性的认识

半导体器件在制造、测试、存储、运输及装配过程中，仪器设备、材料及操作人员都很容易因摩擦而产生几千伏的静电电压。当器件与这些带电体接触时，带电体就会通过器件放电，由于半导体材料的电阻率较高，该类芯片在生产过程中因静电产生的感生电荷不易消失，累积到相当的程度后，就可以产生很高的静电电压，这个电压会产生一个强电场击穿器件内部的一些绝缘体或 PN 结而产生放电现象，半导体器件通常能承受的最大的静电破坏电压也不过几百至几千伏，瞬间电流足以造成半导体器件的热破坏，进而导致器件的失效。如图 1-2 所示就是由于静电释放造成的器件内部芯片的损伤。通常来讲，器件尺寸越小，所能承受的静电电压越小，静电对其威胁越大。

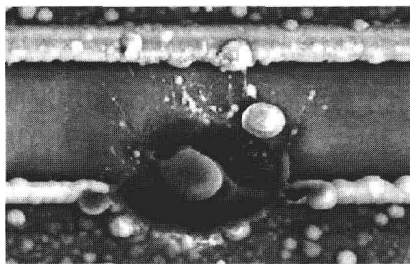


图 1-2 静电释放造成的器件内部芯片的损伤

事实上，人体静电放电往往是引起半导体器件静电损伤的主要原因之一，在工艺过程中，操作人员的活动范围大、活动频繁，与材料和器件的接触多，操作过程中如果不严格按照静电防护要求进行静电防护，所累加的静电不及时导出，也将给半导体器件造成巨大的损害。表 1-1 列出了活动人体身上的典型电压。由表 1-1 可以看出，在相对湿度较低的情况下，操作人员的一个小动作都会引起非常大的静电电压，因此在进行光电器件的封装工艺流程中，进行必要的静电防护、严格控制活动人体电压对器件的损伤是极其重要的。但人体静电容易被人们忽视，过多的静电防护措施也容易让人忽略，在后续实训课程中，所有进行工艺操作的人员一定要时刻将静电防护的理念牢记于心。

表 1-1 活动人体身上的典型电压

人体活动	电压 (kV)	
	相对湿度 20%	相对湿度 80%
在人造地毯上走动	35	1.5
在聚乙烯地板上走动	12	0.25
在工作台上工作	6	0.1
坐在人造革椅上	18	1.5
拾起乙烯袋	20	1.2



(1) 在半导体封装过程中, 哪些操作或环节容易产生静电? 如果不及时将静电释放, 对半导体光电器件有何危害?

(2) 在光电器件封装工艺中, 为什么要做好静电防护的工作?

(3) 在整个光电器件封装工艺过程中, 应该采取什么措施避免静电对器件的危害?

任务三 光电器件封装过程中的安全防护

一、封装安全防护之防静电规程

在光电器件封装过程中, 难免会产生静电。产生了静电后, 只要及时导出, 对器件的损害还是可以降到最小的, 所以封装的静电防护工作可以从两个方面进行。首先要设法不使静电产生; 对于已产生的静电, 应尽量限制, 使其达不到危险的程度。其次使产生的电荷尽快泄漏或中和, 从而消除电荷的大量积聚。

光电器件的封装对静电的防护要求很高, 为防止静电的产生, 在生产过程中对生产、使用场所, 包括人体、工作台、地面、空间、生产设备及产品运输、堆放等方面要实施全方位的防静电措施, 如安装连接独立的防静电地线, 铺设防静电地板, 人员穿戴防静电服装、手套、手环、鞋帽, 用防静电容器和工具存放和运输产品, 产品用防静电材料包装等。同时生产过程要合理使用相关的静电检测仪器及时进行静电检测和监控, 发现静电超标的情况要及时使用静电消除设备进行静电消除, 对于容易产生静电的工艺流程也应该随时使用离子风机等设备进行静电消除, 以免静电累积。

1. 光电器件封装中常用的防静电技术指标要求

半导体光电器件是弱电工作器件, 本身对于静电的要求严格, 在静电操作过程中产生的静电的累加就有可能对其核心部件产生击穿、热损伤等危害, 所以在半导体光电器件封装工艺中, 对常用物品的防静电都有一定的要求。表 1-2 列出了几个常用物品的防静电技术指标, 供大家了解封装过程中对静电防护的必要性。

表 1-2 半导体光电封装中常用物品的防静电技术指标

防静电项目	防静电指标	表面电阻 (Ω)	摩擦电压 (V)	对地系统电阻 (Ω)
防静电工作服、帽、手套		$10^5 \sim 10^9$	<300	—
防静电鞋		$10^5 \sim 10^9$	<100	—
防静电地面或地垫		$10^5 \sim 10^9$	<100	—
防静电工作台垫		$10^5 \sim 10^9$	<100	$10^5 \sim 10^9$
佩戴防静电腕带		—	—	$10^5 \sim 10^8$

防静电指标	表面电阻 (Ω)	摩擦电压 (V)	对地系统电阻 (Ω)
料盒、周转箱、PCB 架等物流传递器具	$10^3 \sim 10^9$	<100	—
包装袋、盒	—	<100	—
人体	—	—	$10^5 \sim 10^9$

2. 静电测量、测试、消除仪器

在光电器件封装过程中，要对产生的静电进行必要的防控、监测及消除。对静电的监控是通过静电测量及测试仪器完成的，包括：静电测试仪、手腕带测试仪、表面电阻测试仪等，一旦发现静电指数超标，应该及时进行静电消除，以防静电对器件产生危害。消除静电通常使用离子风机、离子风枪等工具。这些工具利用离子中和的原理，可以尽快将空气中的静电离子中和掉，避免这些静电在器件表面累积。表 1-3 简单介绍了一些常用静电消除、测量及测试设备及用途。

表 1-3 半导体光电封装中常用静电消除、测量及测试设备及用途

仪器名称	图片	作用
静电测试仪		用于测量带电物体的静电电压（电位），如导体、绝缘体及人体等的静电电位，还可测量液面电位及检测防静电产品性能等
静电手腕带测试仪		测量手腕带是否有效
人体综合测试仪		用于测量手腕带、防静电鞋是否有效，还可以测量人体的综合电阻
手腕带在线监测仪		用于随时监测手腕带是否损坏和戴好

续表

仪器名称	图 片	作 用
表面电阻测试仪		用于测量所有导电型、抗静电型及静电泄放型产品表面的阻抗或电阻
离子风机		用强离子风清除物体表面的静电及异物、尘埃
离子风枪		用强离子风清除物体表面的静电及异物、尘埃
离子风棒		用强离子风清除物体表面的静电及异物、尘埃
人体静电消除球		通过触摸消除人体静电

3. 防静电措施

静电击穿器件使其失效是在不知不觉中发生的，被静电损坏的器件一般不能用筛选方法排除，所以只有做好预防措施，建立一套防静电生产工艺和测试流程规范。这对提高产品质量及成品率是十分关键的。所以要制定严格的防静电管理制度，并要有专人定期检测、维护防静电设施的有效性。

在进行工艺操作前要进行静电检测。如图 1-3 所示是用静电手腕带测试仪测试身体所带静电是否超标。如图 1-4 所示的是用表面静电测试仪测试衣物表面所带静电是否超标。

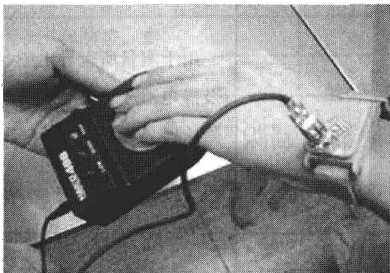


图 1-3 使用静电手腕带测试仪测试静电

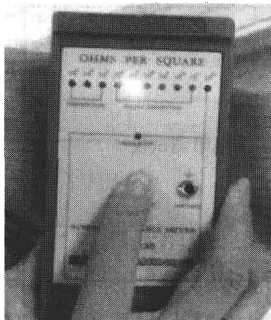


图 1-4 用表面静电测试仪测试衣物表面所带静电

不仅在工艺操作之前要进行静电检测，在整个生产过程中都要进行静电监控。

1) 操作人员的防静电措施

操作人员在操作过程中，应该严格按照防静电操作规程，除自身做好静电防护配备外，还要注意在接触器件前戴上防静电手套。必须用手接触光电器件的器件时，应接触管壳而避免接触器件的引出端。要接触光电器件前，应将手或身体接“地”一下，把静电释放干净。同时，操作者应该避免在工作时过多地活动，穿脱衣服、鞋帽，避免挠头、搓手等活动易产生静电。

2) 包装、运送和存放过程中的防静电措施

处于生产流程中的器件尽量不要互相接触，取出备用的器件后不要堆叠在一起。封装后的产品也要尽量使用电导率好的包装袋来包装运输，防止摩擦、接触，防止接触绝缘体和不良导体，器件应该在等电位体间传递，拆除包装要在防静电的环境下进行。

总之，在光电器件封装的各个环节中要尽量减少接触光电器件的人数和物品，限制人员不必要的活动。在工作区域也要使用离子风扇等静电消除工具，防止静电积累。

除了以上这些在生产过程中的防静电规程之外，现在也有从芯片阶段进行静电防护的设计，在制作芯片阶段也加入静电保护结构，如在芯片衬底上附带起静电保护作用的齐纳二极管等技术结构来从前期尽量减少静电对芯片的危害，这种防静电的方法在本书中不作详述。

技能训练一 静电防护装备及设备识别与配备（见光盘）

本次技能实训是让学生自己动手装备一身防静电装备，并对实训室中常用的防静电设施进行识别，学会在合适的场合运用。

1. 实训目标

- (1) 培养学生良好的职业素养和职业道德。
- (2) 装备一身防静电装备。
- (3) 能识别常用防静电设备。
- (4) 会正确使用表面测试仪等静电测试设备进行静电测试。

2. 实训的主要设备及材料

离子风机、表面静电测试仪、静电测试仪、防静电手环、防静电服、防静电鞋、防静电帽、防静电手套、防静电无尘布、普通工作服、普通手套、普通帽子、普通鞋子、防静电净化连体服（有条件的学校配备）、一次性口罩。

实训所使用的主要设备及材料见表 1-4。

表 1-4 实训所使用的主要设备及材料

序号	物 品	数量/人	图 片	功 能	备 注
1	离子风机	1	见表 1-3	见表 1-3	
2	静电测试仪	1	见表 1-3	见表 1-3	
3	表面静电测试仪	1	见表 1-3	见表 1-3	
4	防静电手环	若干		在生产过程中导走身体带的静电	贴皮肤佩戴
5	防静电服	若干		防止产生静电	
6	防静电鞋	若干		防止产生静电	
7	防静电帽	若干		防止产生静电	