

包学诚 徐维铮 陈 离 编著

# 静电复印机的原理与设计

静电复印机的原理与设计

静电复印机的原理与设计

上海交通大学出版社

# 静电复印机的原理与设计

包学诚 徐维铮 陈 离 编著

上海交通大学出版社

本书主要论述静电复印机的理论基础和设计方法。叙述了静电复印机的基本原理和基本结构,阐明了静电复印机的理论基础,以及各系统的设计方法,并对静电复印系统及其子系统的优化设计方法和试验设计方法进行了专门的讨论。此外,对静电复印机技术的发展,数字式静电复印机和彩色静电复印机的结构原理,以及静电复印机的性能测试亦作了简要的介绍。

本书可供从事静电复印机研究、设计和制造的工程技术人员阅读,也可供高等院校精密仪器、光学仪器 and 电子精密机械专业的师生参考。

责任编辑: 陆义群 戴柏诚

封面设计: 李 玮

(沪)新登字 2051号

### 静电复印机的原理与设计

出版:上海交通大学出版社

(上海市华山路 1954 号 邮政编码:200030)

发行:新华书店上海发行所

开本:787×1092(毫米)1/16

版次:1994年4月 第1版

印数:1-1800

印刷:立信常熟印刷联营厂

印张:16 字数:392000

印次:1994年4月 第1次

ISBN 7-313-01300-0/TS·8

定价:17.20元

## 序

静电复印机作为一种先进的高效率的现代化设备,在日常文件复印、文图缩放、电子计算机终端输出、遥感勘察、放射图像等领域,获得了广泛的应用,已成为现代办公室不可或缺的最常用的设备,它不仅能替代手工复写复绘之劳,而且其速度和真实性更是手工操作所无法比拟,由静电复印机所复印出的复印件在法律上具有作为原件副本的效用。

静电复印机是涉及多学科的高新技术产品,它的发展首先取于基础理论、设计技术和制造精度等方面的研究。目前全世界已有几十家企业生产各种不同型号的高水平、多功能的静电复印机,年产量达千万台左右。

我国静电复印机生产的起步稍晚于先进国家,但有关方面早已见及其重要性,因此在70年代后期就筹建了专业研究所,并在全国各地布点进行工业化试制,这些都为我国静电复印机的发展奠定了基础。从80年代开始,我国逐步引进和吸收国外先进设计和生产技术,加速了我国静电复印机工业的发展,这是一项方兴未艾、大有前途的行业。为了使我国的静电复印机赶上国际先进产品,有必要对静电复印机的基础理论和设计方法进行系统和全面的阐述和汇集,这方面的专著正是目前从事这一领域中的我国工程技术人员所亟需的书籍。

包学诚、徐维铮、陈离等长期从事光学仪器和电子仪表的科研和教学工作,亦都直接或间接地参与我国静电复印机的研制和开发工作,成绩卓然。他们以当前静电复印技术发展为背景,结合历年来的心得和经验,编著成我国第一本静电复印机的专著,系统地阐述了静电复印机的理论基础和设计技术,以及静电复印机发展的新动向。全书深入浅出,是一本理论与实践兼具的专著,不仅可供从事静电复印机研究、设计和制造的工程技术人员阅读,亦可供大专院校仪器、仪表专业的师生参考。当然,这样一本高新技术的专著,在内容上不可能面面俱到,也不可能没有缺点,希望作者跟上科学技术发展的步伐,随时听取读者的意见,进一步完善和再版。

我有幸参与本书原稿的审阅工作,先睹为快,深感本书的出版,对我国静电复印机事业是一颇有意义的贡献,特志数语,以为之介。

浙江大学光电与科学仪器工程系教授  
博士生及博士后导师

中国文化办公设备制造行业协会顾问

董太和

1992年8月

## 前 言

随着科学技术的发展,静电复印机已经成为办公自动化的主要设备之一,在行政、技术、医疗、企业管理中起着越来越大的作用。

静电复印机是一种涉及光、电、声、化、机、磁、半导体、表面物理和电子计算机等多学科的精密仪器设备,它的理论研究和设计技术已经取得富有成效的进展,并在实际工作中取得广泛应用。为了吸收和消化引进先进技术,了解和掌握静电复印机的基本理论、设计、制造和测试技术,以利于我国静电复印机研究、设计和生产的发展,我们汇集了国外和国内有关技术资料,并结合自己多年来从事静电复印机研究设计的工作成果,编著成本书。由于静电复印机涉及的学科较多,要想在这有限的篇幅中全面阐述静电复印机的原理和设计是困难的,本书仅就静电复印机的理论基础、主要系统的设计原理和现代设计方法、静电复印机的发展以及有关技术问题作简要的论述和分析。希望本书的出版,有助于促进我国静电复印机的研究、设计和生产的发展。

本书承浙江大学董太和教授的指导、审阅和作序,在编著过程中得到上海复印科学和工程学会姚仲实、徐和生同志的关心和支持,并得到龚敏、程永海、冯志成和赵裕根、张瑞清、张瑞丽等同志的帮助,谨在此表示衷心的感谢。此外,在本书中也引用了一些国内外书刊上发表的实例和资料,谨对原作者一并表示深切的谢意。

本书的第一、八、十二章和第十章第四节由陈离编写,第二、三、四、五、六、七、九、十一和第十章第一、二、三和五节由包学诚和徐维铮编写。全书由包学诚统稿和校订。

限于我们的理论水平和实践经验,书中缺点、错误、不妥和遗漏之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

包学诚 徐维铮 陈 离

1992年8月

# 目 录

绪 论	1
第一章 静电复印机的基本原理和过程	4
§ 1-1 光导体的光电导原理	4
§ 1-2 卡尔逊法静电复印工作原理	10
§ 1-3 逆充电成像(NP)法静电复印工作原理	16
第二章 静电复印过程的理论基础	20
§ 2-1 概述	20
§ 2-2 光导体的基本特性	22
§ 2-3 充电	27
§ 2-4 曝光	29
§ 2-5 光感应放电曲线(PIDC)的计算	33
§ 2-6 显影	35
§ 2-7 静电复印参数的合理选择	42
第三章 静电复印机的基本结构	45
§ 3-1 充电装置	45
§ 3-2 曝光装置	46
§ 3-3 显影装置	50
§ 3-4 光导体鼓	51
§ 3-5 转印装置	51
§ 3-6 分离装置	52
§ 3-7 定影装置	54
§ 3-8 清洁装置	54
§ 3-9 输纸装置	56
§ 3-10 传动装置	59
§ 3-11 电路系统	61
第四章 静电复印机的总体设计和设计方法	62
§ 4-1 静电复印机设计的基本原则和设计步骤	62
§ 4-2 静电复印机的总体方案设计	63
§ 4-3 静电复印系统的参数设计	64
§ 4-4 静电复印机的现代设计方法概述	67
§ 4-5 静电复印机的计算机辅助设计	69
§ 4-6 静电复印机的优化设计	69
§ 4-7 静电复印机的可靠性设计	72
第五章 静电复印机的光学系统设计	78

§ 5-1	静电复印机光学系统的总体设计	78
§ 5-2	静电复印机的照明系统设计	80
§ 5-3	静电复印机的复印物镜设计	83
§ 5-4	静电复印机的自聚焦透镜列阵	89
§ 5-5	静电复印机的变倍复印系统	93
§ 5-6	静电复印机光学系统的像差自动平衡	98
<b>第六章</b>	<b>静电复印系统的优化设计</b>	<b>105</b>
§ 6-1	最优化的数学方法	105
§ 6-2	静电复印系统设计的数学模型和优化过程	109
§ 6-3	采用绝缘磁刷显影的限制表面电位和半导体厚度的光导体设计的最优化	112
§ 6-4	采用绝缘磁刷显影的限制内部电场的光导体设计的最优化	113
§ 6-5	采用绝缘磁刷显影的内部击穿电场随厚度变化的光导体设计的最优化	114
§ 6-6	采用绝缘磁刷显影的考虑体捕获效应的光导体设计的最优化	115
§ 6-7	采用绝缘磁刷显影的 a-Se 光导体设计的最优化	117
§ 6-8	光导体-显影器系统的优化设计	118
§ 6-9	光导体的光感应放电曲线的测量和分析	120
<b>第七章</b>	<b>静电复印机系统的试验设计</b>	<b>125</b>
§ 7-1	试验设计方法的基本原理	125
§ 7-2	正交试验设计的分析	128
§ 7-3	S/N 试验设计和三次设计	132
§ 7-4	光电式送稿传感器的试验设计	136
§ 7-5	转印系统的改进设计	139
§ 7-6	显影系统的改进研究	141
<b>第八章</b>	<b>静电复印机电子控制系统的原理和设计</b>	<b>146</b>
§ 8-1	静电复印机的基本控制系统	147
§ 8-2	套色图文编辑复印控制系统	161
§ 8-3	静电复印机的电源	168
§ 8-4	静电复印机的故障自诊断和故障寻迹检查	170
§ 8-5	静电复印机控制系统设计	173
<b>第九章</b>	<b>静电复印机的机械系统设计</b>	<b>183</b>
§ 9-1	静电复印机的机架结构分析	183
§ 9-2	静电复印机的整机传动系统	185
§ 9-3	静电复印机的变倍复印齿轮变速机构	188
§ 9-4	静电复印机的原稿扫描机构	190
§ 9-5	变焦距复印物镜的驱动机构	192
§ 9-6	静电复印机扫描传动误差对复印质量的影响	194
§ 9-7	关于扫描曝光同步性的分析	198
<b>第十章</b>	<b>数字式静电复印机的结构原理</b>	<b>200</b>
§ 10-1	数字式静电复印机的工作原理	200

§ 10-2	CCD 摄像器件 .....	202
§ 10-3	激光扫描装置 .....	210
§ 10-4	数字图像处理系统 .....	212
§ 10-5	数字式静电复印机的结构简介 .....	218
<b>第十一章</b>	<b>彩色静电复印机的结构原理 .....</b>	<b>220</b>
§ 11-1	彩色复印的成色原理 .....	220
§ 11-2	彩色复印方法和彩色复印机 .....	221
§ 11-3	彩色静电复印机的基本原理和过程 .....	226
§ 11-4	模拟式彩色静电复印机的结构原理 .....	228
§ 11-5	数字式彩色静电复印机的结构原理 .....	231
<b>第十二章</b>	<b>静电复印机的质量评定和检测方法 .....</b>	<b>236</b>
§ 12-1	静电复印机的质量评定 .....	236
§ 12-2	硒鼓的质量评定和检测 .....	238
§ 12-3	有机光导板和氧化锌板的质量评定 .....	240
§ 12-4	硫化镉鼓的质量评定 .....	241
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>243</b>



## 绪 论

在日常工作中,文件传递、资料保存都离不开复印。所谓“复印”就是将原稿按原样、放大或缩小复制出来。随着科学技术的发展,复印技术经历了复写、誊印、照相、重氮、热敏直到静电复印。这些复印方法的工作原理各不相同,都具有一定的优缺点。但是,静电复印由于复印速度快、操作简便、复印质量好、成本低,又是普通纸(或透明薄膜)复印,以及应用范围广(能复印文献资料、文件、图纸和立体物等),并且还可以与其他设备(如计算机、阅读机和缩微机等)联用,因而静电复印方法是目前使用最广泛、复印量最大的复印方法,并且仍在飞速发展中。

静电复印是美国物理学家 C. F. 卡尔逊(Carlson)于 1938 年发明的,尔后制成第一个实用的静电复印系统。在 1948 年美国施乐(Xerox)公司首次公开其研究成果,演示介绍了静电复印过程,并命名为“Xerography”,即干印术,它是由拉丁文“Xeros”(干)和“graphy”(写、印)派生而来的,表明整个过程是干法的,以区别于传统的湿法照相。从 1959 年 9 月,美国施乐公司向市场推出第一台普通纸自动办公用 Xerox 914 型(复印面积最大为  $9 \times 14$  英寸,1 英寸 = 0.0254m)静电复印机(PPC),掀开了办公自动化历史上崭新的一页(图 1)。

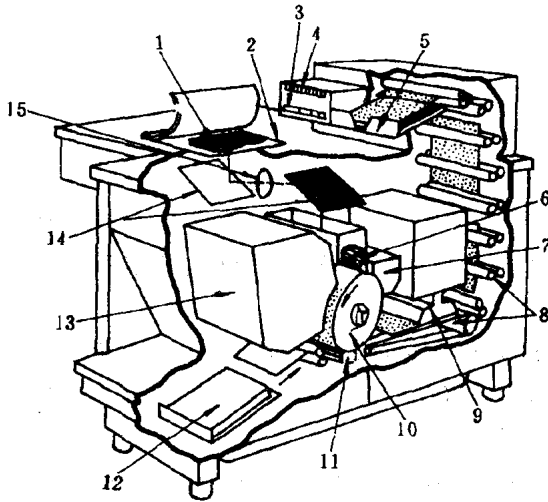


图 1 Xerox 914 型静电复印机

1-原稿;2-稿台玻璃;3-复印按钮;4-份数控制盘;5-充电电极;6-清扫毛刷;7-输纸系统;  
8-定影装置;9-光导鼓;10-转印电极;11-复印纸;12-显影箱;13-反射镜;14-物镜;15-物镜

与此同时,1954 年美国无线电公司的 C. J. 扬和 H. G. 格雷克两人研究出在氧化锌涂层纸上直接成像的静电复印法,简称 EF 法,成为另一种静电复印方法。

随后日本佳能公司和桂川电机株式会社分别在 1968 年研制成 NP 法和 KIP 法的普通纸静电复印机,并在 1970 年将此类复印机(NP-1100)和(KX-7)推出市场。同年,美国 IBM 公司也推出了世界上第一台(IBM-I)型有机光导体的静电复印机,而日本小西六公司和荷兰 Océ 公司也在 1971 年推出了氧化锌板的普通纸复印机(U-Bix 750)和(Océ 1700)。迄今全世

界已有几十家企业生产了几百种不同型号的静电复印机,产量达几千万台。

随着科学技术的发展,静电复印机的品种日益繁多,难以统一分类,通常根据静电复印机的工作原理和技术性能,大致可以如下地进行分类。

静电复印机按结构形式可以分为小型台式、中型落地式和大型工程图纸三种静电复印机。

按复印用纸,可以分为普通纸静电复印机和涂层纸静电复印机两种。其中,涂层纸的纸质较厚,图像反差较低,且不能双面复印,因此复印成本高。而普通纸可以克服涂层纸复印所有的缺点,且复印成本较低。可以认为,普通纸静电复印机代表了当前静电复印技术的发展方向。具体分类参阅图2。

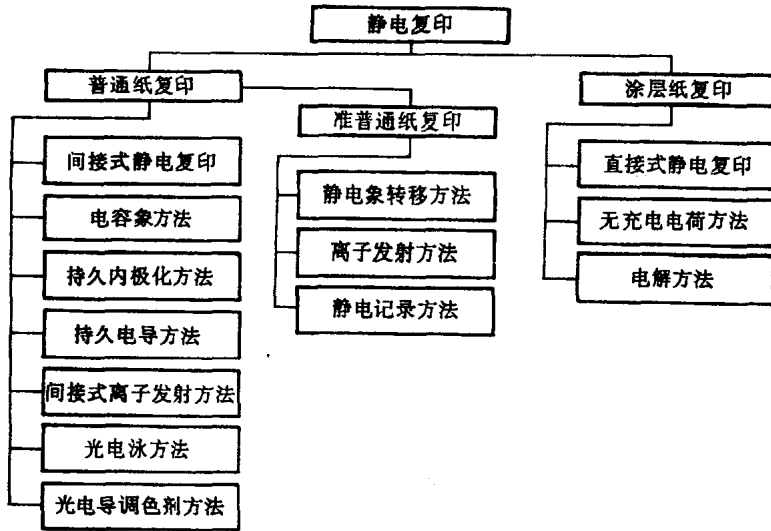


图2 静电复印技术的分类

按形成静电潜像的方式,静电复印机可以分为五种,即:放电成像法(卡尔逊法)、逆充电成像法(NP法、KIP法)、充电成像法、持久内极化成像法(PIP法)和电荷转移成像法(TESI法)。其中,卡尔逊法和NP法使用比较普遍。

按所用光导体材料分类,则有硒(Se)、硒合金(Se-As、Se-Te)和硒复合层、氧化锌(ZnO)、硫化镉(CdS)、有机光导体(OPC)和无定形硅(A-Si)等五种静电复印机。其中,有机光导体目前越来越多地在静电复印机中得到广泛应用。

按复印速度分类,静电复印机有普及型低速复印机,复印速度为6~20张/分;中速静电复印机,复印速度为20~30张/分;高速静电复印机,复印速度为60~120张/分。前者为私人或办公用,后者则部分地起到轻印刷机的作用。

按显影技术分类,静电复印机主要有干法显影和湿法显影两种;目前主要使用干法显影系统,有双组分干法和单组分干法两种;另外还有采用液体显影剂的液干式静电复印机,如日本佳能的NP系列和理光的DT系列等。

当前,随着微电子技术的发展,静电复印机的自动化程度越来越高,并开始走向智能化;静电复印技术的发展出现了一个崭新的局面,大致可归纳为下列几个主要的方面:

- (1) 复印的放大和缩小功能扩大,实现无级变倍;
- (2) 光导体材料多样化,其中尤其是有机光导体的发展更为迅速;
- (3) 自动化程度越来越高,配备有自动图像密度控制(ADC)和自动曝光(AE)、自动输稿

(ADF)和分页、整理装置等,以及套色图文编辑功能;

(4)复印速度快,图像质量稳定,还备有过程显示和故障自动检测等;

(5)数字图像技术的应用,与激光扫描系统结合,推出新型的数字式静电复印机,具有图像处理 and 文稿编辑功能;

(6)从多色化到全彩色化,目前全世界已有多种彩色静电复印机上市,其中数字式彩色静电复印机的图像复印质量更为完美。

我国对静电复印技术的研究,始于1965年前,1967年上海复印机厂推出了我国第一台海鸥(Se-1)型大型工程图纸静电复印机,接着又推出了它的改进型。1968年,上海复印机厂又推出了海鸥68型氧化锌台式静电复印机,这是一种以氧化锌涂层纸为复印材料的直接、湿法静电复印机。到了70年代中期,我国加快了复印机的生产步伐,如上海复印机厂先后推出了海鸥(Se-5)和(Se-16)型落地式静电复印机,武汉复印机厂则推出了长江I型和II型静电复印机。从1983年以来,我国已有不少工厂引进了美国、日本等公司的十多种型号的产品,还有几条生产线,建立了合资企业,促进了我国复印机工业的发展。当然,在这样的形势下,对于科技人员来说,应该进一步全面吸收和消化引进的技术,并结合我国具体情况,加以改造和发展,从而促进我国复印机工业的发展。

本书的出版也正是为了适应我国静电复印技术的发展,提供理论基础和现代设计方法。

# 第一章 静电复印机的基本原理和过程

静电复印是应用静电和光电导等原理,将图文原稿按所需要的缩放倍率进行复制的物理过程。由于静电复印过程与通常的银盐照相化学过程有所类似,所以也称静电复印为静电摄影。

静电复印的关键材料有光电导材料和显影剂等。光电导材料是具有光电导效应的半导体,如硒或硒合金(Se),氧化锌(ZnO)、硫化镉(CdS)和有机光导体(OPC)等。通常,这些光导体材料涂布或蒸镀在适当的基体上,制成光导鼓或光导带。它具有暗态电阻率高,接近绝缘体;受光照电阻率迅速下降,接近导体的光电导效应。干式双组分显影剂由色粉(或称色调剂)和载体组成。色粉是由颜料或染料等着色剂和热塑性树脂等组成的微小绝缘粉状颗粒。载体是外包高分子绝缘膜的铁粉。色粉和载体按 100 : 4—100 : 5 的质量比配成双组分显影剂。单组分显影剂是含有着色剂、树脂和铁粉的绝缘粉状颗粒。

静电复印过程包括充电、曝光、显影、转印、定影、清洁和消电等程序。充电,通过高压电晕器的电晕放电,在高压电场的作用下,使带电电荷均匀“涂布”在光导材料的表面。由于充电过程是在暗态下进行,所以光导材料表面能保持一均匀的电荷层。曝光,通过光学系统将原稿图文成像在光导材料上,光照强的区域,光导材料的电阻率低,其表面被中和的电荷多,留下的电荷少,于是光导材料表面形成了与原稿图文相应的电荷像,即静电潜像。显影,通过带异性电荷的色粉与有静电潜像的光导材料之间静电力的作用,色粉被吸引到光导材料表面,形成可见的色粉图像。转印,使普通纸通过电极而带有与色粉异性的电荷,并与色粉图像接触,在静电力的作用下,色粉图像被转移到普通纸上。定影,通过加热、加压的方法,使色粉熔化,并渗入纸纤维中形成与原稿图文相应的永久图像。清洁,用刮板或毛刷去除残留在光导材料上的色粉。消电,通过消电灯的光照,使残留在光导材料表面的电荷中和,为下一次复印做好准备。

经过近 40 余年的研究和发展,出现了许多种静电复印方法,其中卡尔逊法和逆充电成像法(NP 法)使用比较普遍,并均已商品化。本章主要简单介绍上述这两种静电复印方法。

## § 1-1 光导体的光电导原理

### 一、半导体的能带

半导体的光导电现象可以由原子结构的能带理论解释。图 1-1 示出了原子结构和不同电子轨道层的电子能级。 $E_K$ 、 $E_L$ 、 $E_M$  和  $E_N$  等分别处于 K、L、M、N 层电子所具有的能量。这种标志电子能量高低的线段称为电子的能级。图中的  $E_0$  是自由电子的能级。自由电子的能量高于轨道层上电子的能量。外层轨道的电子受原子核的引力最小,一旦受外来因素的激发,比内层电子容易脱离原子。

在自然界,所有物质均由大量的原子组成。物体按组成原子的排列方式可分为晶体和非晶体两类。晶体中两个相邻原子各自的最外层价电子互相“共有”,使原子之间紧紧地连结。这种

原子结合方式称为共价键。可见，晶体中的原子除受自己原子核的作用外，同时还受到相邻原子核的作用。事实上，晶体中，原子的所有电子都受这种共有化的作用；只是外层电子的影响大，内层电子的影响小。由于相邻原子的作用，使电子的每层能级分裂成能带。图 1-2(a) 是电子的能带图，每一层能级是一条宽带，每个能带有若干个能级。电子只能停留在能带的能级上；能带与能带之间的区域内，电子并不停留，这个区域称为禁带。

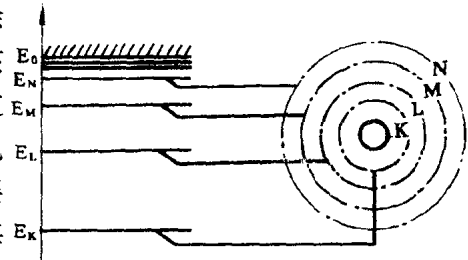


图 1-1 电子的能级图

根据不相容原理，每个能级上只能容纳 2 个电子。一条能带若有  $N$  个能级，则就只能容纳  $2N$  个电子。电子在能带中总是先占据能量较小的能级，即比较下面的能级。内层能带的能级，一般都被电子所填满，称为满带。价电子能带的能级，有可能被电子填满，也可能没有填满。能带中如存在空能级，在电场的作用下，电子获得附加动能，从而从较低的能级跳到较高的空能级，并参加导电运动。如图 (b) 所示，由于电子能级跃迁，参加导电运动的能带称为导带。在满带，即使电子受到电场的作用，并企图跳向高的能级；但由于没有空能级，所以无法参加导电运动。综上所述，最外层价电子带为导带的物质是导体，价电子带为满带的物质是非导体。

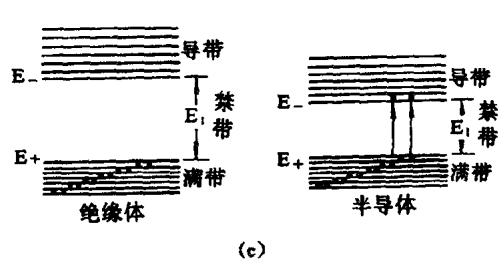
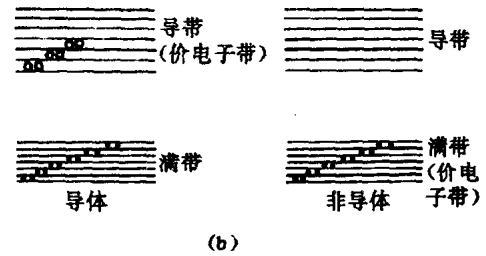
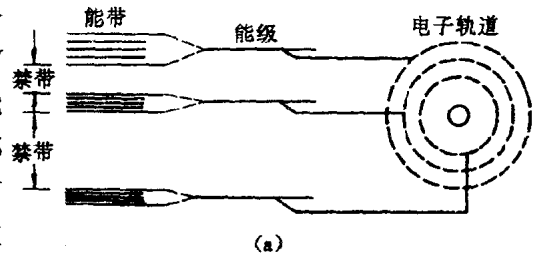


图 1-2 电子的能带、导带和跃迁  
(a) 电子的能带；(b) 电子的导带；(c) 满带电子的跃迁

非导体的禁带宽度不尽相同，有的物质禁带宽，有的则窄。满带中的电子受外界能量（如热、光或宇宙射线等）的激发而获得的能量超过禁带能量，就有可能从满带跃迁到导带。进入导带的电子在电场作用下能参加导电运动。如图 (c) 所示，满带中因受激发电子跃迁到导带后就留下空穴，满带中其他能级上的电子也有可能跳到这个空穴上，形成电子运动的导电运动。这种禁带较窄的非导体物质称为半导体。半导体在受热、光、宇宙射线等激发下产生的电子——空穴对，称为半导体的本征电子——空穴对载流子。

当半导体中渗有其他材料元素的杂质，使晶体的晶格存在某些缺陷，即杂质的存在。不同元素之间的价电子的能级存在差异，使原来能带图的禁带区中如图 1-3(a) 所示出现新的能级。图中杂质能级在导带的底部附近，则此能级的电子只需获得少量的能量就能跃迁到导带中成为电子型杂质载流子。这类杂质的能级称为施主能级。半导体中含有这类施主杂质时，导带中的电子主要来自施主能级，载流子中电子浓度远大于空穴浓度。这种渗杂半导体称为 N 型

半导体。

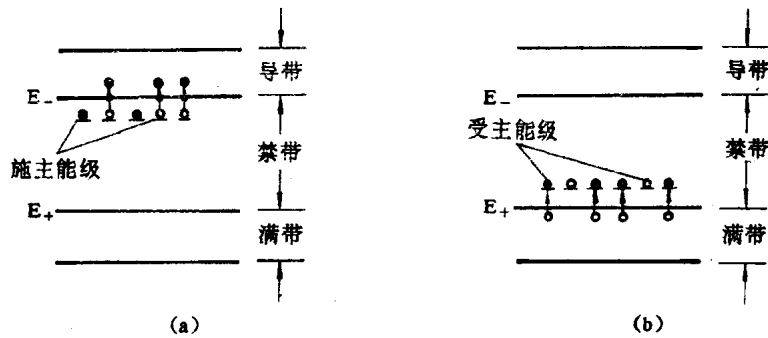


图 1-3 施主能级与受主能级

(a) 施主能级; (b) 受主能级

当杂质能级如图(b)所示出现在满带顶部,则满带中的电子能很容易跃迁到杂质能级中。在满带中存在空穴型杂质载流子,这类杂质的能级称为受主能级。半导体满带中的空穴基本上是由受主杂质造成的,载流子中空穴浓度远大于电子浓度。这种掺杂半导体称为P型半导体。化合物半导体晶体的结构出现缺陷时,也会产生施主或受主能级。

## 二、静电复印光导体及其特征

通常,静电复印用光导体,其微观特性在一定条件下,可以按上述半导体理论进行解释。

半导体在受到光照射时,电子吸收了光子的能量而被激发。被激发的电子从满带向导带跃迁,或者从施主能级向导带跃迁,或者从满带向受主能级跃迁。不论是哪一种跃迁,都使半导体的载流子浓度增加,从而使电导率增大。这种现象称为光电导现象。具有光电导现象的半导体称为光导体。

静电复印机中,光导体是决定复印图像质量的关键。它是附着在金属基体上的一层经过特殊处理的光导体薄膜。

静电复印光导体与通常光电传感器光导体的特性要求有所不同,它的主要特性反映在以下几方面。

### 1. 光导体的接受电位特性

光导体的接受电位特性是指,在暗态时光导体充电过程结束时,其表面能获得的初始电位。光导体充电就是电荷在其表面积累的过程。在此同时,被积累的电荷也因光导体的暗态电阻( $10^{13} \sim 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ )而泄漏。所以,充电电流和漏电电流相等时的光导体表面电位就是它的接受电位。

光导体的接受电位特征与充电电压、光导体暗电阻率、光导体膜层厚度等因素有关。图 1-4(a)、(b)示出了光导体的接受电位特性。

光导体实际充电后的表面电位受其允许的介电强度的限制,如硒光导体为  $10\text{V}/\mu\text{m}$  左右,有机光导体为  $30\text{V}/\mu\text{m}$  左右。所以实际充电电位应低于接受电位。通常,根据不同的光导材料,光导体的实际充电电位在  $400 \sim 800\text{V}$  左右。

### 2. 光导体的暗衰特性

光导体的暗衰特性也称电荷保持特性。光导体充电结束到曝光开始,或从曝光结束到显影总要一定的时间。静电复印要求光导体表面电荷在暗态下能尽量保持充电电荷或静电潜像电

荷。光导体的暗衰特性取决于它的暗态电阻率。通常用单位时间表面电位的变化来表示光导体的暗衰特征。

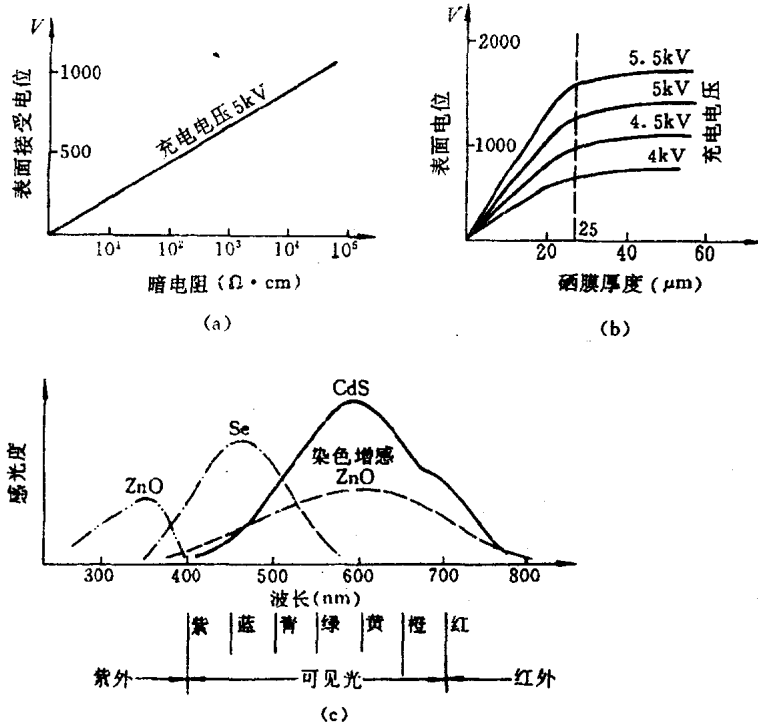


图 1-4 光导体的接受电位特性和光谱特性

(a)暗电阻与表面接受电位关系;(b)硒膜厚度与表面接受电位关系;(c)各种光导体的光谱特性

### 3. 光导体的光敏特性

光导体的光敏特性又称亮衰特性。光导体在曝光时,受白色(复色)光照后,产生大量光生载流子,它的电阻率迅速下降,使受光照区的表面电荷复合消失,导致表面电位的下降。可见,光敏特性是决定静电潜像质量的重要参数。

光导体的光敏特性用半衰减曝光量表示。它是以一定照度的白光对光导体进行曝光,使表面电位衰减到初始电位一半所用的光照度和时间的乘积,单位是  $\text{lx} \cdot \text{s}$ 。半衰减曝光量愈小,说明光导体的光电灵敏度愈高。

### 4. 光导体的残余电位特性

光导体的残余电位是光导体充分曝光后,表面残留的电位值。残余电位视不同的光导体材料,约是充电电位的 20%~30% 以下。残余电位低,可获得较大表面电位反差的静电潜像,复印品的图像层次丰富。较高的残余电位,显影后会使得复印品出现底灰。为克服残余电位引起的底灰,需要在显影时设置偏压。较高的显影偏压会带来显影器设计的一系列问题。

### 5. 光导体的光谱特性

光导体的光谱特性又称感色特性。它反映了对不同颜色原稿复印的全色一致性。可见光光谱的波长范围是 400~700nm。要求光导体在此光谱波长范围内有比较平缓的光谱响应特性。图 1-4(c)示出了不同光导体材料的光谱特性。硒光导体对蓝青色光的感度较高,使偏蓝的

线条复印品较浅。硫化镉光导体对红色光的感应较高,使用浅红色背景的原稿,其复印品的底灰就较浅。

#### 6. 光导体的疲劳特性

光导体在工作时,经多次反复的充电、曝光,同时也不断受到热和机械的影响后会出现所谓光导体的疲劳现象。光导体的疲劳会导致表面接受电位下降、暗衰加速、光电灵敏度降低、残余电位增加等现象。导致复印品的图像反差小、不清晰、底灰大等缺陷。不同光导体材料的耐疲劳程度差异较大。硒光导体耐疲劳程度约5~8万次。各种光导体耐疲劳程度由高到低依次为:硅、硫化镉、硒、有机光导体和氧化锌。

长期暴露在自然光中或受强光照射一段时间,会使光导体疲劳。疲劳的光导体在暗态下放置一段时间,会得到一定程度的恢复。

#### 7. 光导体的其他特性

光导体的其他特性包括耐磨强度、热稳定性和抗湿强度等。在复印机设计时,也应当加以考虑。

耐磨性直接影响光导体的使用寿命。普通纸间接法复印过程中,光导体要和复印纸、显影剂和清洁刮板频繁地接触,并发生一定的摩擦。当复印机出现卡纸时对光导体表面的损害就更大。提高光导体的耐磨性,可使它的使用寿命提高。

光导体与通常的半导体一样,它的各项特性受使用温度的影响。温度过高会引起暗衰特性和光敏特性变差。

复印机在工作停机后,光导体的温度降低,有可能造成空气湿度的变化,甚至水蒸气的凝结。这就要求光导体具有一定的抗湿能力,以保持光导体表面结构和性能的稳定。

### 三、常用光导体材料

#### 1. 硒光导体

硒光导体是目前静电复印机最广泛采用的光导体材料之一。它具有灵敏度高、寿命长等特点。由于纯硒光导体的热稳定性、抗磨性和光谱范围等方面有不足之处,所以多采用硒-硒合金光导体。硒合金有硒碲和硒砷合金,前者的加工比较方便。

硒-硒碲合金光导体的结构形成如图1-5(a)所示。导电基底是金属铝材料,它既是光导体蒸镀的基体,又起到接地的作用。铝基底的表面有一层很薄的氧化铝层,即中间层,它可起阻挡层的作用,有利于减少光导体的暗衰。氧化铝层外通过蒸镀,依次为硒材料光导层和硒-碲合金材料表面层。硒的厚度约50~60 $\mu\text{m}$ ,作为载流子输送层,以保证得到所需的表面电位。硒碲合金层的厚度约1~3 $\mu\text{m}$ ,作为载流子发生层,可提高灵敏度和光谱灵敏度。

硒光导体是P型光导体,在充电过程中用正高压电晕器充正电荷。充电表面电位约800V左右。

#### 2. 氧化锌光导体

氧化锌光导体虽然灵敏度、寿命等性能都不如硒光导体,但它的成本低,在低档复印机中尚有使用。氧化锌光导体由粉末状氧化锌分散在高电阻率树脂粘合剂中,并加入增感色剂后,用涂布方法涂敷在基体材料上。

氧化锌光导体的结构如图1-5(b)所示。最下层为纸基,纸基上镀有一层铝,其中再涂一层树脂膜作为中间层,铝层用作导电基体,起接地的作用,并防止纸基吸收空气中的水分影响光



导体的光电特性。中间层使光导层与铝的结合牢固,同时也起阻挡层的作用,其厚度约  $2 \sim 3\mu\text{m}$ 。外层是氧化锌光导层。

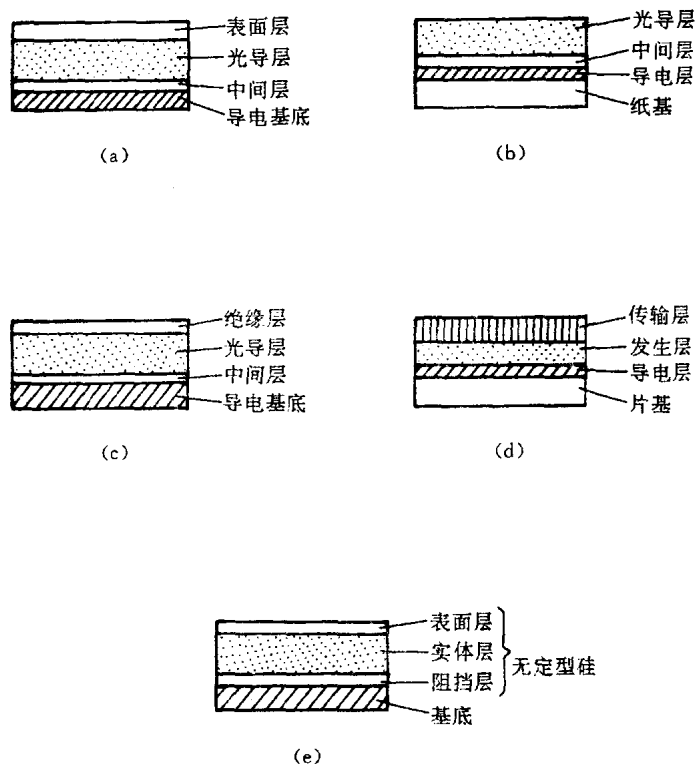


图 1-5 常用光导体结构

(a) 硒-硒碲合金光导体结构; (b) 氧化锌光导体结构; (c) 硫化镉光导体结构; (d) 有机光导体结构。

氧化锌光导体是 N 型半导体,应充负电荷。充电表面电位约 400V 左右。

### 3. 硫化镉光导体

硫化镉光导体的特点是灵敏度很高,但暗电阻率很低。因为硫化镉光导体的暗电阻率很低,如不采取措施就无法在其表面保持足以形成静电潜像的电荷。为了充分发挥硫化镉高灵敏度的特点,克服电阻率低的不足,硫化镉光导体的结构有其特殊性,即在光导体表面有一层透明的绝缘膜,使电荷得以在绝缘膜上保留。

硫化镉光导体的结构如图 1-5(c)所示。最下面一层是导电基底,是一层厚度约  $60 \sim 70\mu\text{m}$  的铝箔。中间层是一氧化铝阻挡层,阻挡在充电时从导电基底上感应的电荷进入光导层。厚约  $40 \sim 60\mu\text{m}$  的光导层,是硫化镉和树脂溶剂混合后涂布在铝箔上形成的。绝缘层是将厚度约  $30\mu\text{m}$  的透明聚脂薄膜用树脂粘合在光导层上。

硫化镉光导体是 N 型半导体。由于它表面有绝缘层,所以硫化镉光导体的工作原理与其他光导体不同,将在逆充电成像(NP)法中介绍。

硫化镉的温度灵敏度也较高,呈负温度系数。为保证不同工作环境温度下都有良好的复印质量,硫化镉光导体复印机都设置加热元件和恒温控制装置,使光导体表面温度始终保持在  $30 \sim 40^\circ\text{C}$  之间。

### 4. 有机光导体(OPC)

有机光导体是近年来出现的新型光导材料。它与硒、硫化镉光导体相比具有无毒、有可挠