

表面 技术 概论

张仁溥

*BiaoMian
JiShu
GaiLun*

华中理工大学出版社

表面技术概论

张仁溥 编著

华中理工大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

表面技术概论/张仁溥 编著

武汉:华中理工大学出版社, 2000年9月

ISBN 7-5609-2252-X

I. 表…

II. 张…

III. 金属表面保护

IV. TG17

表面技术概论

张仁溥 编著

责任编辑:周 筠

封面设计:秦 茹

责任校对:戴文遐

监 印:张正林

出版发行:华中理工大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87545012

经 销:新华书店湖北发行所

录 排:华中理工大学出版社照排室

印 刷:中科院武汉分院科技印刷厂

开本:787×1092 1/32 印张:5.5

字数:87 000

版次:2000年9月第1版 印次:2000年9月第1次印刷

印数:1—1 000

ISBN 7-5609-2252-X/TG·49

定价:8.80元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书对表面技术的理论及工艺进行了比较全面、系统的概括和阐述。主要包括:表面技术的系统及分类,表面技术发展简史;传统表面技术基础理论;现代表面技术基础理论;表面处理技术;表面涂装技术;现代表面技术;表面技术未来的发展方向等。

本书观念新颖,内容丰富,可供从事表面技术工作和教学的人员阅读参考。

前 言

表面技术经历了漫长的发展过程。伴随着表面技术的进步,不断有关于表面技术工艺方面的著作问世,近代这类书籍出版尤丰。而对于表面技术体系及理论进行研究的著作尚未出版,《表面技术概论》一书正是填补这一空白的专著。

《表面技术概论》主要讨论“表面技术学”的系统和分类,并尝试构筑表面技术学的理论框架。它架构的是包括表面处理技术、表面涂装技术和表面功能技术这“三大技术”组成的表面技术体系,并分别阐述了它们的基础理论和应用技术。同时还从发展史和发展趋势方面进行了研究。由于它涵盖了广泛的领域,所以编者采用概论的形式,对各领域作了简约、概括的叙述,以便给读者一个脉络清晰的全貌。总之,本书是期望建立寓传统表面技术与现代表面技术为一体的综合理论,使表面技术能够真正成为一门独立的、完整的应用科学,为建立一门崭新的“表面技术学”做一些基础性的工作。同时期望有更多的读者参与对表面技术理论的探讨。

“表面技术”这一术语和概念,首先是由《表面技术》杂志在1971年创刊时提出来的。该杂志对于建立表面技术理论体系起到了开创性的作用,并且发表了一系列

这方面的文章,还开展了一些学术研讨活动,可谓功不可没。编者自从在《表面技术》1990年第1期上发表《对表面科学系统的思考》一文起,就开始了对表面技术理论的研究。1991年参加中国表面技术研讨会,发表论文《从表面技术发展史看表面技术系统的形成》后,就酝酿写一本《表面技术概论》。由于当时担任湖北省沙市表面处理分厂厂长,工作很忙,不能静下心来写作。调到沙市工艺所后,能够有时间多读一些书,便着手收集资料,于1996年断断续续分章写出草稿,经弟弟张仁弘帮助,整理打印成初稿(有些章节,主要是现代表面技术部分,是将有关资料编辑而成的,这是需要加以说明的)。1997年将初稿寄给《表面技术》杂志社和北京工业大学胡传炘教授审阅,得到他们的支持和鼓励。对于他们的帮助和鼓励,借此出版的机会表示诚挚的谢意。

编 者

1999年10月于沙市

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 引言	(1)
1.2 表面技术系统及分类	(2)
1.3 表面技术发展简史	(5)
1.4 表面技术的地位及作用	(12)
第二章 传统表面技术基础理论	(17)
2.1 表面技术理论框架	(17)
2.2 表面技术通用基础理论	(19)
2.3 传统表面技术专业基础理论	(24)
一、腐蚀与防腐蚀理论	(24)
二、涂装材料涂层形成机制	(30)
三、涂装材料的保护及装饰性理论	(37)
四、涂层附着力理论	(43)
五、电化学理论	(51)

第三章 现代表面技术基础理论	(56)
3.1 分子光化学	(57)
3.2 电及电磁学理论	(59)
3.3 集成电路原理	(67)
3.4 指令膜原理	(77)
第四章 表面处理技术	(79)
4.1 表面清洁处理	(79)
一、整平处理工艺	(79)
二、除油处理工艺	(81)
三、除氧化皮工艺	(83)
四、去漆工艺	(85)
五、金属涂层退除工艺	(87)
六、非金属涂层退除工艺	(88)
4.2 表面化学处理	(89)
一、转化膜工艺	(89)
二、金属的着色工艺	(92)
三、表面活化处理	(95)
4.3 表面热处理(或表面强化处理)	(96)
一、表面淬火处理	(96)
二、表面合金化处理(或化学热处理)	(97)
三、表面强化处理	(98)

第五章 表面涂装技术	(102)
5.1 涂装材料简介	(103)
一、有机涂装材料	(103)
二、无机非金属涂装材料	(109)
三、金属涂装材料	(111)
5.2 表面涂装技术	(113)
一、机械涂装	(114)
二、电及电化学涂装	(118)
三、热涂装	(122)
四、化学涂装	(131)
 第六章 现代表面技术	 (135)
6.1 光学涂料的涂装技术	(135)
一、感光物质涂料及涂装	(136)
二、发光物质涂料及涂装	(140)
三、远红外线涂料及涂装	(144)
6.2 电学涂料的涂装技术	(145)
一、导电性能涂料及涂装	(145)
二、磁性物质涂料及涂装	(146)
三、半导体材料及涂装	(149)
6.3 特种防护涂料及涂装	(150)
一、抗特殊侵蚀和污染涂料	(150)
二、生物防护涂料	(151)
三、伪装涂料	(152)

6.4	集成电路制作中的表面技术	(153)
6.5	指令膜及涂装	(155)
	一、膜片的制备	(155)
	二、管膜的制备	(156)
	三、复合膜的制备	(157)
	四、中空纤维膜的制造	(157)
	结束语	(159)
	附表 表面技术发展大事年表	(162)
	主要参考文献	(165)

第一章 绪 论

1.1 引 言

表面技术即指表面科学的应用技术。它有着悠久的历史,随着现代科学技术的发展,其门类日益繁多。但是,至今为止还没有一本对表面技术进行整体地、全面系统地描述的专著。当然,由于表面技术尚处于迅速发展的状态,特别是现代表面技术发展更其迅速,要编写《表面技术概论》一书,确实存在许多困难。不仅需要查阅大量资料,而且要站在比较高的角度来俯瞰整个表面技术系统,才能从门类繁多的知识系统内理出头绪,用一根红线将各门学科贯穿起来,形成条理分明、脉络清晰的理论体系。由于笔者知识有限,故错误之处在所难免。编写此书是希望为建立统一的表面技术理论体系提供一个雏型,为形成独立的表面技术体系做一些基础性的工作。

1.2 表面技术系统及分类

经过多年对表面技术理论体系的研究,笔者拟将表面技术系统作如下分类。可以将表面技术分成两大类:传统表面技术和现代表面技术。

传统表面技术是指以材料保护为主要应用领域的表面技术,它主要包括表面处理技术和表面涂装技术。通过表面处理和表面涂装,可在材料表面形成涂层或转化膜等覆盖层,对基体材料进行保护。表面处理和表面涂装虽然涉及电镀、涂料、热喷涂、气相沉积、磷化、氧化等多个工艺门类,但是,它们都是研究材料保护和防腐蚀这一课题的。基体材料是主体,而在材料表面形成的有机涂层、无机涂层、金属涂层以及转化膜等等,都是为保护基体材料服务的,处于客体地位。

现代表面技术是随着感光技术、半导体技术、膜科学技术等现代化技术的发展而形成的。它使传统表面技术发生了质的变化,表现出不同于传统表面技术的新特征、新机制、新作用。主要表现在4个方面。即:应用领域不同;成膜方式不同;膜层作用不同;成膜的精密程度不同。

1. 应用领域不同

现代表面技术跨出了材料保护领域,向其他技术领域,如半导体技术、感光技术、膜分离技术等等新技术领

域延伸。现代表面技术已成为这些技术领域中的关键技术。譬如:感光胶片就是在塑料片基上涂装由保护层、乳剂层(感光涂料)、防光晕层等制成的。其中,作为感光材料的乳剂层,是由明胶和卤化银组成的,起着关键的作用,其感光涂料的涂装工艺就是表面技术在摄影技术领域的应用。

2.成膜方式不同

传统表面技术主要是采用各种涂装工艺,如喷涂、刷涂、化学镀、电镀、热浸、热喷涂、电泳、物理气相沉积等工艺,在材料表面形成覆盖层,为保护基体材料服务。而现代表面技术却是将基材作为载体(如感光涂料就是把塑料胶片作为载体),或者与基材共同实现功能。譬如:集成电路对基体材料有非常高的要求,它要求硅单晶的纯度达到6个“9”以上,而且在拉制时,要根据晶体化学理论,对温度、气氛和结晶速度等影响晶体质量的各种因素,进行严格控制。这样,才能生产出晶格距离上下一致,无位错和无漩涡的等晶硅。在这样的基材上,再经过掩膜、光刻、氧化、扩散等复杂的成膜工序才能形成功能复杂的电子膜,它与基材共同实现电子功能。所以,现代表面技术的成膜方式要复杂得多,不仅仅是形成覆盖层的问题。

3.膜层作用不同

传统表面技术是在材料表面涂装有机涂层、无机涂层、金属涂层、转化膜层等保护层,对基体材料起屏蔽或

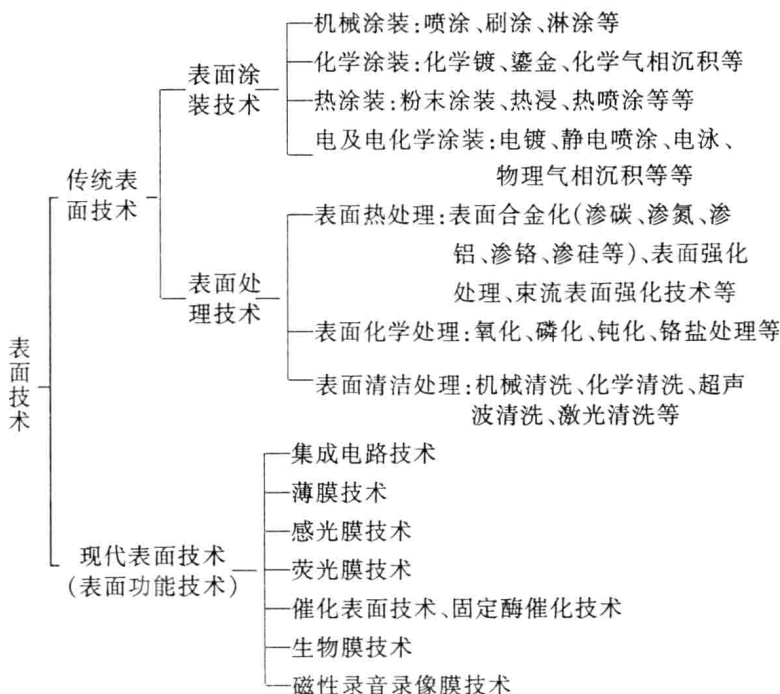
电化学保护作用。而现代表面技术却是在特定基体材料上制备各种功能膜,产生电子的、光学的、生物的或化学的各种功能膜。

4.成膜精密程度不同

传统表面技术虽然在涂装材料和涂装技术方面有了很大的进步。但是,它们仍然只是在材料表面形成不同性能、不同厚度的覆盖层,其精密程度远远低于现代表面技术。而在现代表面技术中,表面膜一般都必须经过严密的设计和精细的加工。集成电路的精密设计和加工不必再叙。即便是超滤膜也必须根据热力学、传质方程、渗透作用等建立基本模型,然后进行设计、验证。这是由现代表面技术的高科技和特殊功能的性能所决定的。因此,可以说现代表面技术是应用于材料保护领域以外的表面技术,是在特定材料表面制备具有电子、生物、物理、荧光、化学、光学等特定功能的膜层的表面功能技术。

由以上分析,可以将表面技术系统用下列系统图进行归纳。

由于现代表面技术正处在发展的初期阶段,人们对它的认识还有待进一步深化。所以,对于现代表面技术这里只能作一些简单的叙述,更深入的研究还有待其他同行的努力。



1.3 表面技术发展简史

表面技术的发展经历了漫长的历程,经历了以装饰功能为主的原始表面技术时期,以防护功能为主的传统表面技术时期,以应用功能为主的现代表面技术时期。

表面技术中,最早产生的是表面涂装技术。早在公元前5万年的原始社会,原始人就用矿物颜料(赤铁矿、黄铁矿、白垩、赭土等)与水调和,进一步发展为与动物

的油脂、血液、鸟类的卵白、植物的脂汁调和,在岩洞的洞壁上作画。1879年,在西班牙北部阿尔塔米拉洞穴以及1904年在法国蒙地亚克的拉斯科洞穴中发现的岩壁绘画,就是这段历史的证明。在阿尔塔米拉洞穴的穴顶,画着17头色彩古朴的野牛、野马等动物。在拉斯科洞穴的洞壁上画着野牛和鹿等一群动物。据考证,这两处史前画廊的作者为公元前2万年至1万年间欧洲中石器时代的原始人。他们用锋利的石器在岩壁上凿出轮廓,然后涂上用赤铁矿、黄铁矿、白垩、赭土,以及木炭或动物骨头烧成的黑色粉末与野兽的油脂、骨髓和水调合成的粘稠涂料。考古学上把这两处岩壁绘画称为“法兰科坎达布利亚艺术”。在我国,史前岩画也有重大发现。据新华社1991年3月21日电:“中国史前岩画,在青年学者宋耀良历尽艰辛的考察与研究中,获得重大发现”。中国史前岩画中独特的人面岩画分布很广,分布带长约4000km,构成3条大分布带。“一条从内蒙古东部赤峰地区沿东部海岸向南,一直到闽南和台湾南部的万山;一条从赤峰沿内蒙古高原南缘和华北平原、河套平原北缘交界处,一直向西,穿过腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠,到弱水东岸;再一条从黄河最北部的临河一带,朔黄河南下,在桌子山和贺兰山分布。”同年5月份在中央电视台“新闻联播”节目的“祖国大家庭”栏目,介绍了云南沧源佤族自治县3000年前用牛血蘸颜料作的史前岩壁绘画。这些史料说明在我国表面技术同样有着悠久

的历史。

在仰韶文化(公元前 5000 年左右)时期,原始人掌握了制作彩陶的技术。所以,考古学上又将仰韶文化称为彩陶文化。彩陶表面的彩绘和纹饰,是将陶坯放入极其细腻的泥浆中,让它挂上一层均匀的陶衣,然后将天然矿物颜料用水调和,涂绘在陶坯上烧制而成的。1982 年在泰安大地湾第 9 掘区出土的红黑两色彩绘陶片和大型建筑基层中残存的室内壁画,大部分用炭黑勾画,而红色为朱砂。该朱砂采用蜡质作粘合剂,颜色非常鲜艳。这把华夏民族用炭黑和朱砂绘画的历史推到公元前 5000 年的新石器时代。从岩壁绘画到彩陶文化,是表面技术的原始时期。这个时期的表面技术只具有装饰功能。

大约在公元前 3000 年至 2000 年,人们发现用漆树的脂汁调配的涂料,特别牢固而光亮。这样,生漆就被大量用于表面涂装。当时主要用于涂饰木器、祭器、车辆等。生漆的采用是中华民族对人类文明的独特贡献,远在虞舜时期(公元前 2400 年)就已采用生漆技术。最早见于文献记载的是战国时成书的《韩非子·十过篇》,说虞舜受天下,“作为祭器……流漆墨其上”;又说“禹作祭器,墨漆其外,而朱画其内”。可见当时不仅采用了色漆涂饰器皿,而且形成了红黑对应的装饰风格。这在表面技术史上有着划时代的意义。它使表面技术进入了以防护功能为主的传统表面技术时期。随着铜器时代