



面向“十二五”高职高专规划教材

液晶器件制造工艺技术

主编 魏巍



航空工业出版社

面向“十二五”高职高专规划教材

液晶器件制造工艺技术

主 编 魏 巍
副主编 朱芙蓉 丁 兰
钱 香 曹延磊

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

本书采用项目教学的编写方式,以简明、通俗的语言和生动真实的项目详细地介绍了液晶显示器件的制作过程。

全书共分为 14 个项目,分别介绍了液晶显示器制造工艺流程、工艺环境、清洗与干燥工艺、光刻工艺、取向排列工艺、丝印制盒工艺、切割工艺、灌注液晶及封口工艺、光台检测工艺、电测工艺、贴片工艺、LCD 金属引线的连接和加工工艺、盒外丝印装饰图形工艺,以及包装工艺等内容。

本书非常适合作为高职高专类院校电子、信息等专业学生使用的教材,也可供企业相关人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

液晶器件制造工艺技术 / 魏巍主编. — 北京: 航空工业出版社, 2011. 1

ISBN 978-7-80243-011-0

I. ①液… II. ①魏… III. ①液晶器件—生产工艺
IV. ①TN141.905

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 251218 号

液晶器件制造工艺技术 Yejing Qijian ZhiZao Gongyi 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

北京忠信印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经售

2011 年 1 月第 1 版

2011 年 1 月第 1 次印刷

开本: 787×960

1/16

印张: 12.25

字数: 227 千字

印数: 1—2000

定价: 28.00 元



液晶显示器（LCD）是当今显示领域最为重要的一种显示器。自 20 世纪 60 年代第一款液晶显示器面世，关于液晶显示器的研究开发与生产逐渐成为一个热门的行业。从 20 世纪 80 年代日本推出 TN 型液晶显示器后，液晶显示进入了高速发展的阶段，时至今日，液晶显示已经占据了显示器领域绝对主力的地位。

在我国关于液晶显示器的研发生产尽管起步较之日本、韩国稍晚，但发展速度还是惊人的。随着液晶行业的飞速发展，行业内出现了大量专业人才的缺口，这个缺口尤其表现在对于技术型、应用型人才的需求度始终很大。为了能够培养出更多合格的技能型液晶行业人才，许多高校，尤其是一些高职高专院校都开设了液晶显示器相关专业。

《液晶器件制造工艺技术》是针对高职高专类院校电子、信息等专业学生使用的教材。本教材是在原有教师讲义、校本教材、企业相关资料的基础上编撰的。同时，编者以高职高专教育研究成果为指导，整合原有教材内容，根据“任务驱动、项目式教学”的要求，对教材进行了全面的改进。

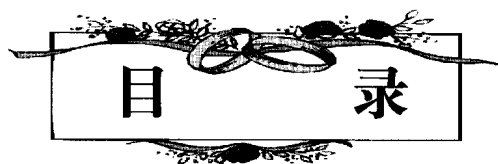
本书共分为三个部分，分别以三个项目的方式为读者展开。在第一个项目“液晶显示器件制造工艺及工艺环境”中，从整体上介绍全部液晶显示器制造工艺，同时重点讲解工艺环境对生产的巨大影响。在第二个项目“液晶显示器件制造前工序工艺”中，细致讲解了液晶显示器生产的前道工序，包括“光刻”、“取向排列”、“空盒制作”、“液晶灌注”等几个重要阶段。同时讲解工艺中使用的各种材料和器件。在第三个项目“液晶显示器件制造后工序工艺”中，讲解液晶面板主要工序结束后，在后道工序中的各项工艺，包括“检测”、“贴片”、“外引线连接”、“封装”等几个阶段。

在每个项目中分别列有不同数量的子项目，子项目是对母项目的一个分解，同时每个子项目中，都有相关的“项目任务”，以任务的方式引导读者，同时检验读者的学习效果。“子项目任务”一般均与企业实际生产相联系，一般为企业生产中所使用到的实际文件。

在完成整本教材的全部任务后，读者也就完成了液晶显示器生产全过程的作业指导书，这对全面提高读者对液晶行业生产状况是十分有益的！

编者

2010 年 12 月



项目一 液晶显示器件制造工艺及工艺环境	1
子项目 1 液晶显示器制造工艺流程	1
1.1.1 工艺流程图	2
1.1.2 工艺流程简介	4
子项目任务	10
子项目 2 工艺环境	12
1.2.1 工艺环境对产品质量的重要性	12
1.2.2 车间洁净控制技术	14
1.2.3 净化原理	23
1.2.4 净化厂房的管理	27
子项目任务	29
项目二 液晶显示器件制造前工序工艺	30
子项目 1 清洗与干燥工艺	31
2.1.1 清洗与干燥工艺原理	31
2.1.2 高纯水制备原理	33
2.1.3 超声清洗原理	35
2.1.4 清洗与干燥工艺过程	42
2.1.5 清洗与干燥设备	43
子项目任务	44
子项目 2 光刻工艺	45
2.2.1 光刻工艺流程简介	45
2.2.2 透明导电玻璃	46
2.2.3 光刻胶	53
2.2.4 光刻工艺原理及操作	56
2.2.5 光刻质量要求和分析	60
2.2.6 光刻设备	63
子项目任务	63
子项目 3 取向排列工艺	64



2.3.1 取向排列工艺简介	64
2.3.2 取向材料	65
2.3.3 涂膜和固化	68
2.3.4 摩擦取向	72
子项目任务	78
子项目 4 丝印制盒工艺	79
2.4.1 丝网印刷技术	79
2.4.2 环氧树脂	87
2.4.3 衬垫料	93
2.4.4 导电粉	96
2.4.5 制盒技术	98
2.4.6 热压固化技术	103
2.4.7 丝印制盒质量控制	105
子项目任务	111
子项目 5 切割工艺	112
2.5.1 概述	112
2.5.2 切割原理	112
2.5.3 切割工艺流程	113
2.5.4 切割设备	114
2.5.5 操作注意事项	114
2.5.6 不良品产生的原因	114
子项目任务	115
子项目 6 灌注液晶及封口工艺	116
2.6.1 液晶材料	116
2.6.2 灌注液晶	128
2.6.3 液晶盒封口	132
2.6.4 灌注与封口操作注意事项	133
2.6.5 再排向	133
子项目任务	134
项目三 液晶显示器件制造后工序工艺	135
子项目 1 光台检测工艺	135
3.1.1 光台检测的基本原理	135
3.1.2 光台	137
3.1.3 光台检测废品的种类	137

3.1.4 光台检测工序操作规程	143
子项目任务	144
子项目 2 电测工艺	145
3.2.1 电测原理	145
3.2.2 电测设备及配件	145
3.2.3 电测板的设计	151
3.2.4 电测工序操作规程	151
3.2.5 电测废品的分类	153
3.2.6 电测工序检验标准	153
子项目任务	156
子项目 3 贴片工艺	157
3.3.1 偏振片简介	157
3.3.2 偏光片的制备	160
3.3.3 偏光片的主要技术指标	163
3.3.4 切割偏光片的基本原理	164
3.3.5 手动贴片原理	165
3.3.6 检验	166
3.3.7 偏光片配置方向的理论计算	166
子项目任务	172
子项目 4 LCD 金属引线的连接和加工工艺	173
3.4.1 液晶显示器的电极及印刷电路版电极	173
3.4.2 液晶显示器的连接	173
3.4.3 上金属引线加工工艺	178
子项目任务	181
子项目 5 盒外丝印装饰图形工艺	182
子项目任务	183
子项目 6 包装工艺	184
3.6.1 包装概论	184
3.6.2 液晶显示器包装材料的性能和选择	184
3.6.3 液晶显示器包装设计	185
3.6.4 液晶显示器的运输包装试验	186
3.6.5 企业的包装管理	187
子项目任务	187

项目一 液晶显示器器件制造工艺及工艺环境

【项目要求】

了解和掌握液晶显示器制造的工艺流程，对工艺流程中的重点环节有清晰的认识。重点把握液晶显示器生产过程中对生产环境的要求，掌握建立洁净室的要求，了解员工在生产操作中需要注意的事项。

子项目 1 液晶显示器制造工艺流程

液晶显示器器件在生产的过程中首先要进行新样品的设计。新样品的工作流程如图 1-1-1 所示。

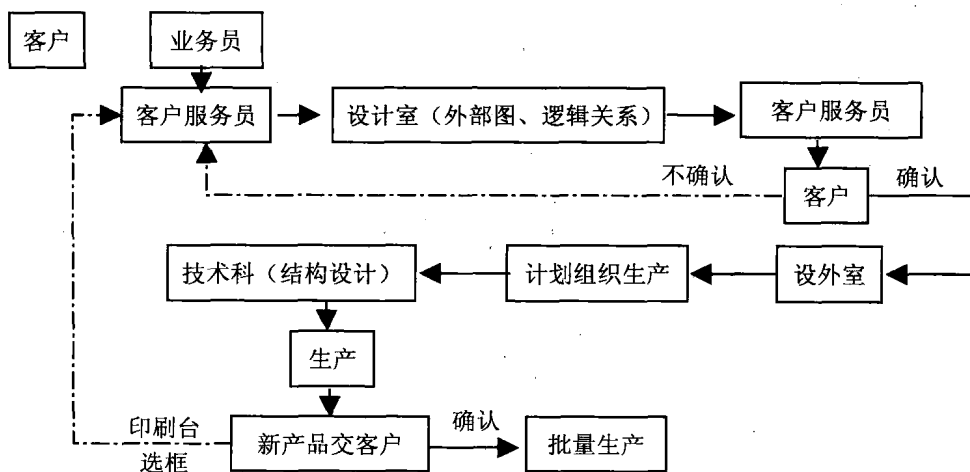


图 1-1-1 新样品的工作流程



产品设计是整个液晶显示器制造过程中的一个核心,产品设计影响到客户的满意度、产品的开发周期、生产合格率、产品的性能等几乎所有的方面。正如“产品的质量是设计出来的,不是生产出来的”这句话所说,设计是一个产品的关键。在影响设计的诸多因素中,是否能完全满足客户的需要是最重要的,因为设计出来的产品质量再好,得不到客户的确认同样是无效的劳动。

在完成设计工作之后,就开始组织进行生产。目前液晶显示器的生产过程往往不是由某一个企业生产完成的,在液晶显示器生产的各个过程之中,可能有许多不同的企业参与到生产过程中来,因此我们也不能完全界定哪些企业的哪些生产工艺过程属于液晶显示器的生产。

例如,某些企业生产的用于液晶显示器制造工艺中的 ITO 玻璃,或者某些企业生产的背景光源,尽管这些工艺及其产品都与液晶显示器的生产息息相关,但我们暂时不把它们列入液晶显示器生产工艺过程中。

另一方面,从各种各样的原材料开始,一直到液晶显示器生产出来,其中的许多工艺过程尽管属于液晶显示器的制造,但并不属于液晶面板的生产过程,这些工艺也是我们并不关心的。

综上所述,我们所列出的液晶生产工艺流程,是液晶面板生产过程的主要工艺流程。

1.1.1 工艺流程图

所有的工业产品都有它自己的制造加工过程(即工艺流程),这样的过程可以用文字、框图和箭头等表示出来,即构成所谓的工艺流程图。工艺流程图可以使人们迅速了解某个产品的大致加工过程。

液晶显示器的面板生产从 ITO 玻璃的投入开始,直至包装、入库,共有 40 多道工序,这些工艺过程可以由图 1-1-2 表示出来。

液晶显示器主要由 ITO 导电玻璃、液晶、偏光片、封接材料(边框胶)、导电胶、取向层、衬垫料等组成。液晶显示器制造工艺流程就是这些材料的加工和组合过程。其工艺流程图如图 1-1-2 所示,具体的工艺过程如图 1-1-3 所示。

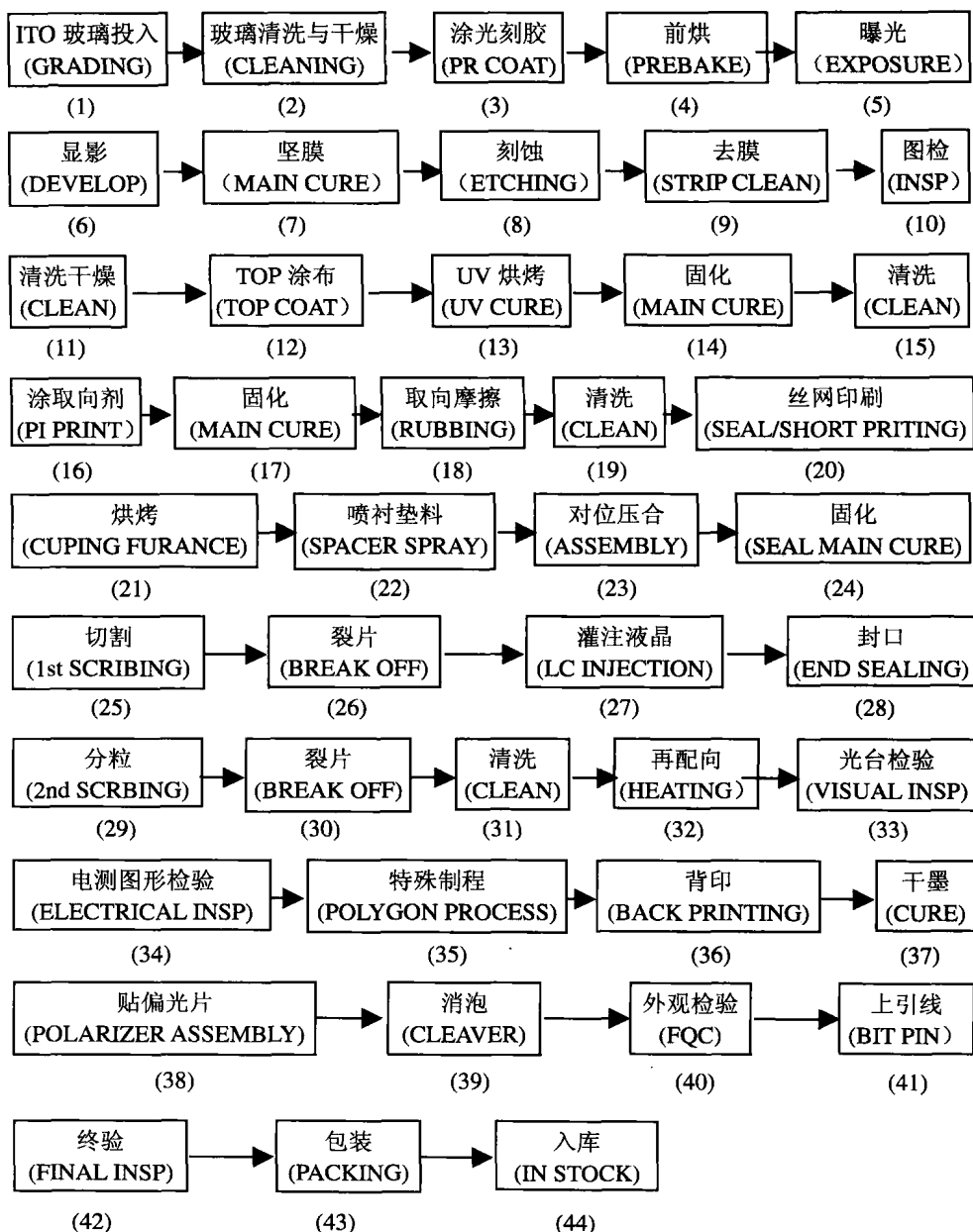


图 1-1-2 液晶显示器制造工艺流程示意图

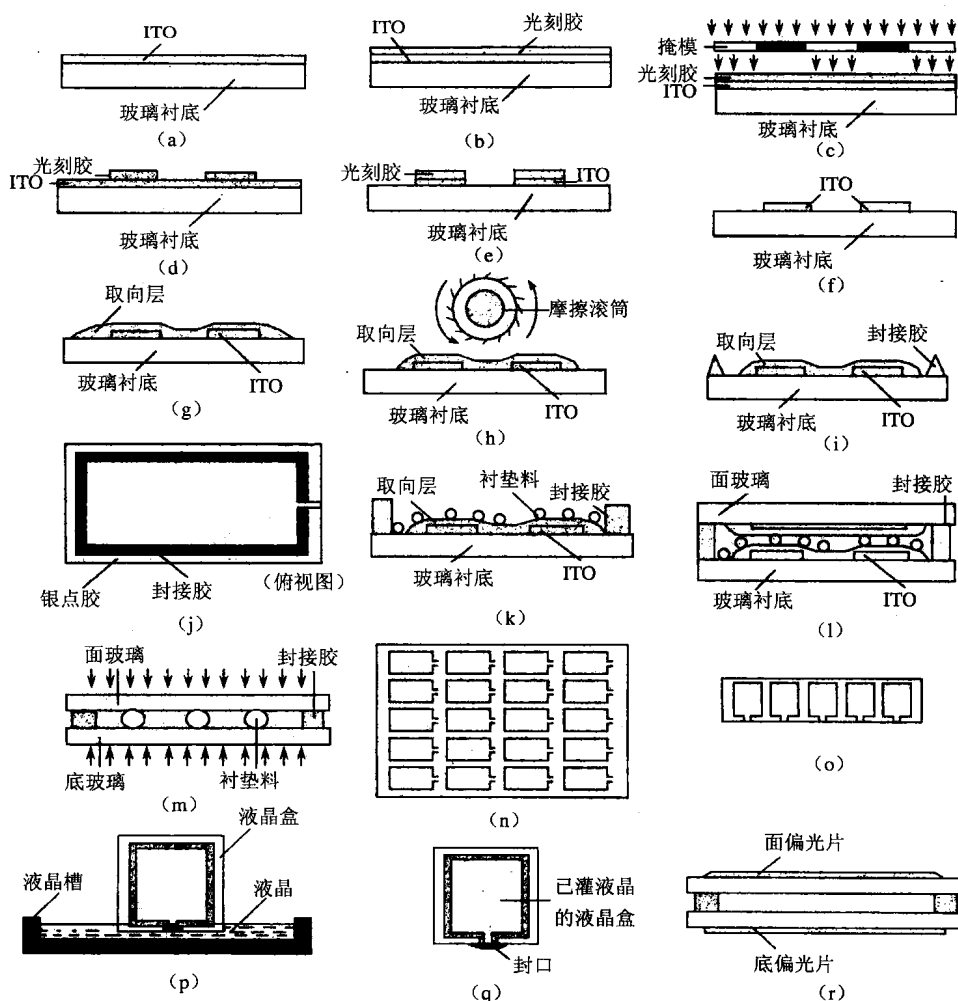


图 1-1-3 液晶显示器制造工艺过程图

1.1.2 工艺流程简介

从工艺流程图可知,液晶显示器制造过程大体分为 40 多道工序,其中实际 TN-LCD 制程有 20 多道工序,实际 STN-LCD 制程有 30 多道工序,有些工序是特殊制程,只有当客户有特殊要求时才实施。这些工序又可分为 ITO 图形刻蚀(光刻)、取向排列、空盒制作、液晶灌注和成品检测与包装五个阶段。

下面按顺序具体介绍液晶显示器的制造过程。

1.1.2.1 ITO 图形刻蚀（光刻）

本阶段是在导电玻璃上刻蚀出显示所需要的 ITO 电极图形。在流程图上它包括的工艺步骤是（1）～（10）

（1）ITO 玻璃投入（GRADING）

根据产品要求，选择合适的 ITO 玻璃装入传递篮具中，它要求 ITO 玻璃的规格型号符合产品要求。装篮要切记 ITO 层面一定朝上插入篮具，如图 1-1-4 所示。



图 1-1-4 ITO 玻璃结构图

（2）玻璃清洗与干燥（CLEANING）

工序的第一步是将符合生产规格的 ITO 玻璃用清洗剂、去离子水（DI 水）等清洗干净，并用物理或化学的方法将 ITO 玻璃表面的杂质、油污洗净，然后把水除去并干燥，保证下道工序的加工质量。

（3）涂光刻胶（PRCOAT）

在洁净的 ITO 玻璃的导电层表面上均匀涂上一层光刻胶。涂过胶的玻璃要在一定温度下做预烘处理，如图 1-1-5 所示。



图 1-1-5 在 ITO 玻璃上涂光刻胶

（4）前烘（REBAKE）

在一定的温度下将涂有光刻胶的玻璃烘烤一段时间，以使光刻胶中溶剂挥发，增加与玻璃表面的黏附性。

（5）曝光（EXPOSURE）

用紫外光通过预先制作好的电极图形掩模版照射光刻胶表面，使被照部分的光刻胶层发生反应。在涂有光刻胶的玻璃上覆盖光刻掩模版，在紫外光灯下对光刻胶进行选择性的曝光，如图 1-1-6 所示。

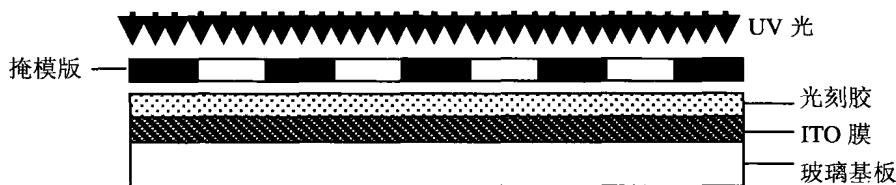


图 1-1-6 曝光示意图

(6) 显影 (DEVELOP)

用显影液处理玻璃表面，将经过光照分解的光刻胶层（正性胶）除去，保留未曝光部分的光刻胶层。用化学方法使受 UV 光照射部分的光刻胶溶于显影液中。显影后的玻璃要经过一定温度的坚膜处理，如图 1-1-7 所示。

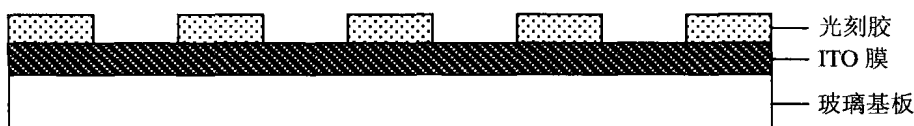


图 1-1-7 显影效果图

(7) 坚膜 (MAIN CURE)

将玻璃再经一次高温处理，使光刻胶膜更加坚固。

(8) 刻蚀 (ETCHING)

用适当的酸刻液将无光刻胶覆盖的 ITO 膜腐蚀掉，这样就得到了所需要的 ITO 电极图形，如图 1-1-8 所示。



图 1-1-8 刻蚀效果图

(9) 去膜 (STRIP CLEAN)

用高浓度碱液 (NaOH) 作脱膜液，将玻璃上剩余的光刻胶剥离掉，使 ITO 玻璃上形成与光刻掩模版图形完全一致的 ITO 图形，如图 1-1-9 所示。



图 1-1-9 剥离效果图

(10) 清洗干燥 (CLEAN)

用高纯水冲洗玻璃上剩余的碱液、残留光刻胶和其他杂质。

工艺流程图中步骤(12)~(15)属于特殊制程,一般的 TN-LCD 及 STN-LCD 产品不要求经过这些步骤, TOP 涂布工艺是在光刻工艺之后,再做一次 SiO_2 的涂布,以此把刻蚀区与非刻蚀区之间的沟槽填平并把电极覆盖住,这既可以起到绝缘层的作用,又能有效地消除非显示状态下的电极底影,还有助于改善视角特性等。所以,一些高档次的 STN-LCD 产品要求有 TOP 涂布工艺制程。

1.1.2.2 取向排列

本阶段包括工艺流程图中步骤(16)~(19),整个过程是在刻蚀后的 ITO 玻璃表面涂敷取向层,并用特定的方法对取向层进行处理,以使液晶分子能在取向层表面沿特定方向取向,这是液晶显示器生产的特有技术。

(1) 涂取向剂 (PI PRINT)

用一定的方法,将有机高分子取向材料涂在玻璃表面。即采用选择涂覆的方法,在 ITO 玻璃上的适当位置涂一层均匀的取向层。同时对取向层做固化处理,如图 1-1-10 所示。



图 1-1-10 涂取向层

(2) 固化 (MAIN CURE)

通过高温处理使取向层固化。

(3) 取向摩擦 (RUBBING)

用绒布类材料以特定的方向摩擦取向层表面,以使液晶分子将来能沿着这个方向排列。根据产品要求,在玻璃的取向层上按一定方向摩擦,使成盒后的液晶分子沿取向层的摩擦方向排列。

(4) 清洗 (CLEAN)

取向摩擦后玻璃上会留下绒布线等污染物,需要采取特殊的清洗步骤来消除污染物。

1.1.2.3 空盒制作

本阶段包括工艺流程图中步骤(20)~(24)。它是把两片导电玻璃对叠,



利用封接材料贴合起来并固化，制成间隙为特定厚度的玻璃盒。制盒技术是制造液晶显示器的最关键技术之一。

(1) 丝网印刷 (SEAL / SHORT PRINTING)

将封接材料 (封框胶) 用丝网印刷的方法分别为上板和下板玻璃印上边框胶和导电胶。

(2) 喷衬垫料 (SPACER SPRAY)

在下玻璃上均匀分布支撑材料。将一定尺寸的衬垫料 (一般为几微米) 均匀分散在玻璃表面, 制盒时就靠这些衬垫料保证一定的盒厚。

(3) 对位压合 (ASSEMBLY)

按对位标记将上、下玻璃对位黏合, 即将对应的两片玻璃面对面用封接材料黏合起来。

(4) 固化 (SEAL MAIN CURE)

在高温下使封接材料固化, 固化时一般在上、下玻璃上加上一定的压力, 以使盒厚保持均匀。

1.1.2.4 液晶灌注

本阶段包括工艺流程图中步骤 (25) ~ (32), 液晶灌注过程是把液晶灌入制好的空盒内, 并将注入口封堵, 这样液晶盒就基本制成了。

(1) 切割 (1st SCRIBING) 与裂片 (BREAK OFF)

通常一对 ITO 玻璃可以制作多个液晶盒, 为了把液晶注入口露出来, 必须把玻璃适当切割成条 (或粒), 如图 1-1-11 所示。

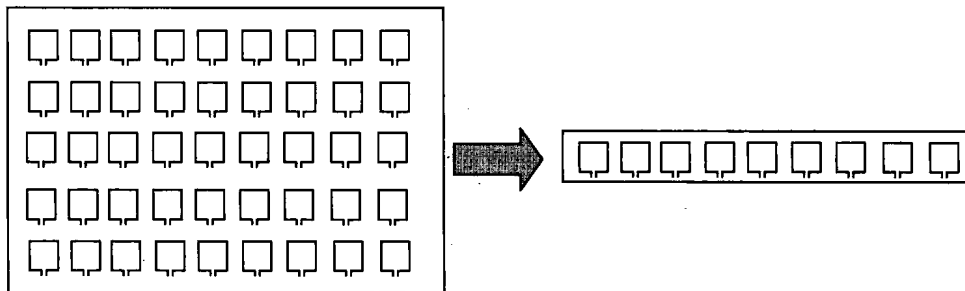


图 1-1-11 整盒切割成条

(2) 灌注液晶 (LC INJECTION)

一般用专门的液晶灌注机, 在真空的状态下将液晶注入液晶盒内。

(3) 封口 (END SEALING)

用封口材料 (如封口树脂) 将灌完液晶的液晶盒注入口封堵起来, 如图

1-1-12 所示。

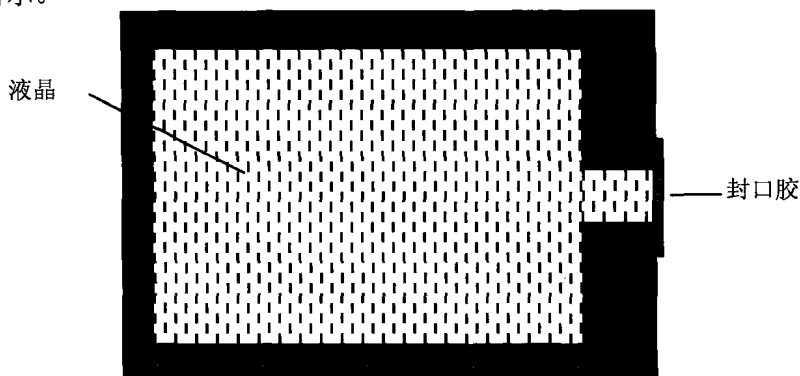


图 1-1-12 封口示意图

(4) 分粒 (2nd SCRIBING) 与裂片 (BREAK OFF)

如果是成条灌注的, 则将其分成单个的液晶盒, 如图 1-1-13 所示。

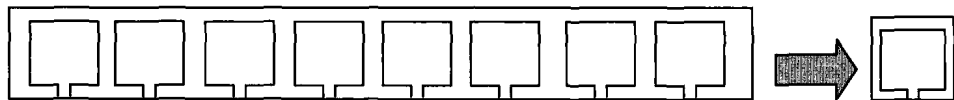


图 1-1-13 分粒与裂片示意图

(5) 清洗 (CLEAN)

用洗剂清洗液晶盒外部黏附的液晶及其他污物。

(6) 再配向 (HEATING)

用适当加温一段时间的办法使液晶分子按摩擦方向整齐排列。

1.1.2.5 成品检测及包装

这一阶段包括工艺流程图中步骤 (33) ~ (44), 它是液晶显示器生产的最后一个阶段, 包括成品检测、贴偏光片和包装等。其中步骤 (35) ~ (37) 属于特殊制程。

(1) 光台检验 (VISUAL INSP)

目视检测, 将不合格品剔出。在光台下检查液晶盒外观质量, 外观正品交下道工序。

(2) 电测图形检验 (ELECTRICAL INSP)

加电状态下检查液晶屏的显示图形 (参考产品外观图)。

(3) 贴偏光片 (POLARIZER ASSEMBLY)

在液晶盒两面贴上产品所规定的上、下偏光片, 这样一个完整的液晶显示

器就制成了。

(4) 消泡 (CLEAVER)

用特殊的工具将液晶盒上贴的偏光片碾压一下,以消除偏光片与玻璃之间的气泡。

(5) 外观检验 (FQC)

对液晶盒进行外观检查,并对一些情况做处置。

(6) 上引线 (BIT PIN)

对用户有上引线要求的产品安装适当的金属电极引线,如图 1-1-14 所示。

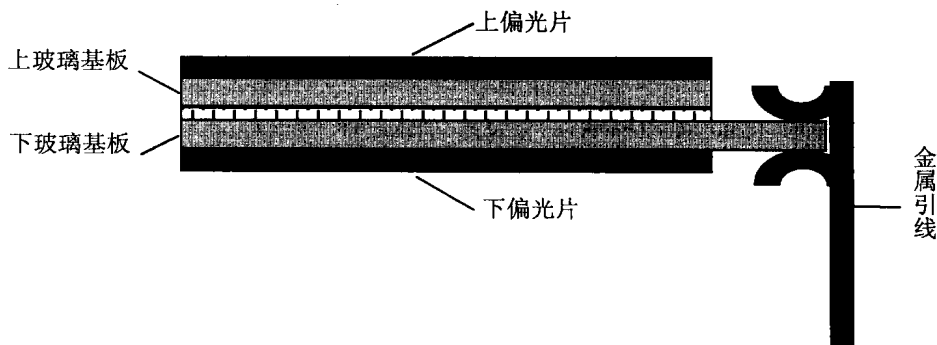


图 1-1-14 上引线示意图

(7) 终验 (FINAL INSP)

按出厂检验标准,对待出厂产品进行检验把关。

(8) 包装 (PACKING)

根据产品要求选择合适包装盒对产品进行包装,即可出厂销售。

(9) 入库 (IN STOCK)

将检验合格的产品包装好后入成品库,待发往用户。

以上是液晶显示器制造工艺流程。其中涉及到许多专门技术,将在后面章节中结合具体的工艺予以介绍。

子项目任务

任务 1: 将液晶显示器生产过程以流程图的形式表述出来,并按照实际的生产过程将其分阶段讨论。

任务 2: 将液晶显示器生产过程中的光刻工艺与微电子行业内的光刻工艺进行对比,找出两者的相同之处和不同之处。

任务 3: 液晶显示器生产过程中的特有工序是哪些,这些工序中的难点部